



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

***evre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında
Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım
Projesi***

Sözleşme N° 2007TR16IPO001.3.06/SER/42

***ENTEĞRE KİMYA TESİSLERİ: İNORGANİK KİMYA
SEKTÖRÜ***

ARALIK 2017



Proje Adı	Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
Proje Değeri	€ 1.099.000,00
Başlangıç Tarihi	Şubat 2017
Hedeflenen Son Tarih	Aralık 2017
Sözleşme Makamı	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi Başkanlığı
Daire Başkanı	İsmail Raci BAYER
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 474 03 51
Faks	+ 90 312 474 03 52
e-mail	ab@csb.gov.tr ,
Faydalanıcı	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Genel Müdür	Mehmet Mustafa SATILMIŞ
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
e-mail	cedproje@csb.gov.tr
Danışman	NIRAS IC Sp. z o.o.
Proje Direktörü	Bartosz Wojciechowski
Proje Yöneticisi	Kira Kotulska-Kozłowska
Adres	ul. Pulawska 182, 02-670, Warsaw, Poland
Telefon	+48 22 395 71 16
Faks	+48 22 395 71 01
e-mail	eiaturkey@niras.com
Yardımcı Proje Direktörü	Rast Mühendislik Hizmetleri Ltd.'yi temsilen Fazıl Baştürk
Proje Takım Lideri	Radim Misiacek
Adres (Proje Ofisi)	ÇŞB Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278 Çankaya Ankara
Telefon	+90 312 410 18 55
Faks	+90 312 419 0075
e-mail	r.mis@seznam.cz
Raporlama Dönemi	Uygulama Aşaması
Raporlama Tarihi	Aralık 2017

**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI'NIN
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ (ÇED) ALANINDA
KAPASİTESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ İÇİN TEKNİK YARDIM
PROJESİ**



Faaliyet 1.2.3

**ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER KILAVUZU –
ENTEĞRE KİMYA TESİSLERİ: İNORGANİK KİMYA SEKTÖRÜ**

Proje Adı	Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
Faydalanıcı	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 474 03 51
Faks	+ 90 312 474 03 52
Tarih	Aralık 2017
Hazırlayan	Prof. Dr. Ülkü Yetiş
Kontrol Eden	Radim Misiacek

Bu yayın Avrupa Birliği'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır.

Bu yayının içeriği Niras IC Sp. z o.o. sorumluluğu altındadır ve hiçbir şekilde AB Yatırımları Dairesi Başkanlığı ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtır şekilde ele alınamaz

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	1
KISALTMALAR VE TERİMLER	9
GİRİŞ	11
SEKTÖRÜN ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ	12
KLOR ALKALİ ÜRETİMİ	13
I. KLOR-ALKALİ ÜRETİMİ, UYGULANAN PROSESLER VE YARDIMCI İŞLETMELER	14
I.1. Elektroliz Hücreleri	17
I.1.1. Cıva Hücreler	17
I.1.2. Diyafram Hücreler	17
I.1.3. Membran Hücreler.....	18
I.1.4. Karşılaştırma	18
I.2. Diğer Proses Aşamaları	19
I.2.1. Tuz Çözeltilsinin (Salamura) Hazırlanması ve Saflaştırılması	19
I.2.2. Tuzlu Su (Salamura) Doyurma ve Deklorinasyon	20
I.2.3. Klor Gazı Arıtımı	20
I.2.4. Hidrojen Arıtımı	22
I.3. Yardımcı İşletmeler	22
I.3.1. Su Yumuşatma Tesisleri	22
I.3.2. Enerji Üretim Tesisleri	22
I.3.3. Buhar Kazanları.....	23
I.3.4. Atıksu Arıtma Tesisleri	23
II. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER	24
II.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması	24
II.1.1. Toprak ve Jeoloji	24
II.1.2. Gürültü ve Titreşim	25
II.1.3. Hava Kalitesi	25
II.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler.....	25
II.1.5. Yüzey ve Yeraltı Sularına Etkiler.....	26
II.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler	26
II.1.7. Atıklar	26
II.2. İşletme Aşaması	27

II.2.1. Toprak ve Jeoloji	27
II.2.2. Gürültü ve Titreşim	27
II.2.3. Hava Kalitesi	28
II.2.6. Atıklar	31
II.2.5. Atıksular	33
III. ALTERNATİFLER.....	35
III.1. Proje Yeri Alternatifleri	35
III.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri.....	36
IV. İZLEME.....	37
V. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR	41
AMONYAK, ASİT ÜRETİMİ	42
I. AMONYAK, ASİT ÜRETİMİ, UYGULANAN PROSES VE YARDIMCI İŞLETMELER.....	42
I.1. Amonyak Üretimi.....	43
I.1.1. Buhar Reformasyonu Yöntemi	44
I.1.2. Kısmi Oksidasyon.....	46
I.2. Nitrik Asit Üretimi	49
I.2.1. Zayıf Nitrik Asit Üretimi.....	49
I.2.2. Derişik Nitrik Asit Üretimi.....	51
I.3. Sülfürik Asit Üretimi.....	51
I.3.1. Sülfürik asit üretim yöntemleri	53
I.3.2. Sülfürik asit üretiminde kullanılan katalizörler	56
I.3.3. Sülfür kaynakları ve SO ₂ üretimi.....	57
I.4. Fosforik Asit Üretimi.....	58
I.4.1. Islak İşlem	58
I.4.2. Termal İşlem.....	60
I.5. Yardımcı İşletmeler.....	60
I.5.1. Su Arıtma Tesisleri	60
I.5.2. Enerji Üretim Tesisleri	61
I.5.3. Buhar Kazanları.....	61
I.5.4. Soğutma Sistemleri	61
I.5.5. Atıksu Arıtma Tesisleri	62
I.5.6. Atık Giderme Tesisleri.....	62
II. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER	63
II.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması.....	63

II.1.1. Toprak ve Jeoloji	63
II.1.2. Gürültü ve Titreşim	63
II.1.3. Hava Kalitesi	63
II.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler.....	63
II.1.5. Yüzey ve Yeraltı Sularına Etkiler.....	63
II.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler	63
II.1.7. Atıklar	63
II.2. İşletme Aşaması	63
II.2.1. Toprak ve Jeoloji	63
II.2.2. Gürültü ve Titreşim	64
II.2.3. Hava Kalitesi	64
II.2.4. Atıklar	70
II.2.5. Atıksular	73
III. ALTERNATİFLER.....	77
III.1. Proje Yeri Alternatifleri	77
III.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri.....	77
IV. İZLEME	80
V. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR	84
VI. KAYNAKLAR	86

ÖNSÖZ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 25 Kasım 2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ni uygulamak için yetkili makam olup Yönetmelik Ek II kapsamında listelenen projeler için görevlerinin bir kısmını Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerine devretmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, projelerin çevresel etkilerini ve bu etkilere azaltmak için gerekli önlemleri belirlemek üzere geçmişte belirli sektörler için kılavuzlar hazırlamış olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi kapsamında ÇED Yönetmeliği'nde yer alan tüm sektörler için kılavuzlar yerli ve yabancı teknik uzmanlar tarafından güncellenmiştir.

Yukarıda bahsi geçen proje kapsamında, aşağıdaki ana sektörler için toplam 42 adet kılavuz hazırlanmıştır;

- Atık ve Kimya
- Tarım ve Gıda
- Sanayi
- Petrol ve Metalik Madenler
- Agregata ve Doğaltaş
- Turizm ve Konut
- Ulaşım ve Kıyı
- Enerji

Bu kılavuzların genel amacı, çevresel etki değerlendirme çalışmalarının incelenmesine veya ÇED Raporlarının ve/veya Proje Tanıtım Dosyalarının hazırlanmasına dahil olan ilgili taraflara arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapatma aşamaları boyunca inorganik kimya üretimi projelerinden kaynaklı çevresel etkileri ve alınması gereken önlemler hakkında bilgi vermektir.

Bu kılavuz yasal olarak bağlayıcı bir belge olmayıp ve sadece tavsiye niteliğindedir.

KISALTMALAR VE TERİMLER

Absorpsiyon:	Emilim, bir maddenin başka bir maddeyi ya da ışınım veya ses enerjisi emmesi olayıdır.
AOX:	Adsorblanabilen halojenli organikler
Blöf Sistemi:	Katı ya da sıvıların basınç kullanılarak proses tankından ya da depolama tankından uzaklaştırılması
BOİ:	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
BREF:	BAT (MET) Referans dokümanları
Buhar Üfleme:	Buharın gücünü ve hızını kullanarak gaz içerisindeki kirlilikleri giderme işlemidir.
Buhar Türbini:	Basınçlı buhardan termal enerji elde eden ve dönen bir çıkış mili üstünde mekanik iş yapmak amacıyla kullanılan alettir.
Claus Prosesi:	H ₂ S ve oksijeni katalizör eşliğinde tepkimeye sokarak sülfür üretme işlemidir.
Cüruf:	Tamamen saf olmayan metaller eritildiği zaman yoğunluk farkı nedeniyle yüzeyde biriken daha hafif maddelere verilen isimdir. Hafif metallerin havayla temas edip oksitlenmesiyle oluşur.
ÇED	Çevre etki değerlendirme
Dehidrasyon:	Küçük moleküllerin büyük molekülleri oluşturması için birleşirken su açığa çıkarması olayıdır.
Desülfürizasyon:	Genellikle doğal gaz gibi yakıtların sülfür içeriğini azaltmak için uygulanan sülfür uzaklaştırma yöntemidir.
Dönüştürme prosesi:	Isı, basınç ya da katalizör kullanarak hidrokarbonların yapısında meydana getirilen dönüşümlerle istenilen ürünler elde edilmesi süreci
EOX:	Ekstrakte edilebilir halojenli organikler
Fujitif VOC:	Kaçak VOC
Gazlaştırıcı:	Karbon içeren maddeleri sentetik gaza çeviren alettir.
Gaz Yıkayıcı:	Gazın içerisinde kirliliğe neden olan partikülleri su kullanarak uzaklaştıran hava kirliliği kontrol ekipmanıdır.
Hava Körüğü:	Hava ya da gaz akımı üretmek için kullanılan alettir.
HCs:	Hidrokarbonlar
HFC:	Hidroflorokarbon
HCFC:	Hidrokloroflorokarbon

Hidratlama:	Bir maddeyi su ile birleştirerek hidrat durumuna getirme
Hidrojenlenme:	Moleküler hidrojen ve diğer element ya da bileşik arasında geçen kimyasal reaksiyondur.
Katalizör:	Kimyasal reaksiyonun daha hızlı oranda gerçekleşmesini sağlayan maddedir.
Kojenerasyon tesisi:	Enerji üretim tesisi
KOİ:	Kimyasal oksijen ihtiyacı
Kompresör:	Gazın hacmini düşürerek basıncını arttıran mekanik ekipmandır.
Kondensat Suyu:	Yoğunlaşma işlemi sonucu toplanan sıvıdır.
Kondensör:	Soğutucu sistemlerde soğutmayı sağlayan maddenin gaz olarak girdikten sonra ısısını çevreye vererek sıvı hale geçtiği bölümdür.
Metanlaşma:	CO _x ve hidrojeni tepkimeye sokarak metan üretme işlemidir.
ODC	Oksijenle depolarize edilmiş katot
Oksidasyon:	Yükseltgenme, elektronların bir atom ya da molekülden ayrılmasını sağlayan kimyasal tepkimedir.
Oleum:	SO ₃ 'ün sülfürik asite absorbe edilmesiyle elde edilen kimyasal (H ₂ S ₂ O ₇)
PAH:	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
PCDD:	Poliklorlu dibenzodioxinler
PCDF:	Poliklorlu dibenzofuranlar
Pelet:	Her türlü endüstriyel ve tarımsal atıkların kurutulup, öğütüldükten sonra yüksek basınç altında sıkıştırılması ile oluşan forma verilen isimdir.
Piroliz:	Isıl bozunma
Sıyırma (stripping):	Sıvılardan gazların uçurma yoluyla uzaklaştırılması işlemidir.
Sinterleme:	Preslenmiş parçayı oluşturan tozların yüksek sıcaklıkta birbirine bağlanarak parçanın mukavemet kazandığı bir ısıl işlemidir.
SKHKKY:	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

GİRİŞ

Bu ÇED kılavuzu, entegre kimya tesisleri altında yer alan inorganik kimyasalların üretimi tesislerinin neden olduğu çevresel etkileri en aza indirmek / önlemek için çevresel etkileri ve etki azaltma tedbirlerini ele almak üzere hazırlanmış olup, ÇED çalışmalarını geliştirmek ve bu faaliyetleri standartlaştırmak için ÇED sürecinde yer alan tüm ilgili tarafların kullanımına yönelik olarak hazırlanmıştır.

Bu kılavuzların ana hedef grubu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı personelinin yanı sıra, ÇED sürecine dahil olan Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü çalışanları, her bir proje için seçilen inceleme ve değerlendirme komisyonu üyeleri, proje sahipleri ve Yönetmeliğe göre ilgili dokümanların hazırlanmasına aktif olarak katılım gösteren danışmanlardır.

Kılavuz, entegre kimya tesisleri altında yer alan inorganik kimyasalların üretimi tesislerinin çevresel etkilerini üç aşamada değerlendirmektedir; inşaat, işletme ve işletme sonrası kapatma.

Her sektörel kılavuz aşağıdaki bölümleri içermektedir:

- Sektörün ÇED Yönetmeliği Kapsamındaki Yeri
- Sektörde Uygulanan Prosesler
- Çevresel Etkiler ve Alınacak Önlemler
- Alternatifler
- İzleme
- Uygulamada Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Bu rehber dokümanda entegre tesislerde üretilen temel inorganik kimyasallar kapsamıştır. Bu kimyasallar çok çeşitlilik göstermekle birlikte entegre üretim tesislerindeki üretim ilişkileri de göz önüne alınarak iki ana grupta ele alınmıştır. Kapsanan inorganik kimyasallar, Klor Alkali (klor ve sodyum hidroksit) ve Amonyak, Asit (amonyak, nitrik asit, sülfürik asit ve fosforik asit) olmak üzere iki ana grupta ele alınmıştır.

- Klor Alkali Üretimi
- Amonyak, Asit Üretimi

SEKTÖRÜN ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ

ÇED Yönetmeliği'nin "Çevresel etki değerlendirmesine tabi projeler" başlıklı 7 no'lu maddesi, aşağıdaki projelere ÇED Raporu hazırlanmasını zorunlu kılmaktadır:

- Ek-1 listesinde yer alan projeler
- "ÇED gereklidir" kararı verilen projeler
- Kapsam dışı değerlendirilen projelere ilişkin kapasite artırımı ve/veya genişletilmesinin planlanması halinde, mevcut proje kapasitesi ve kapasite artışları toplamı ile birlikte projenin yeni kapasitesi Ek-1 listesinde belirtilen eşik değer veya üzerinde olan projeler.

ÇED Yönetmeliği'nin Ek-1 Listesi'nde entegre kimya tesisleri - inorganik kimyasalların üretimi sektörüne ilişkin olarak verilen tanımlama Kutu 1'de sunulmaktadır. Görüldüğü gibi, inorganik kimyasalların entegre¹ üretimini gerçekleştiren fabrikalar için ÇED gerekmektedir.

Kutu 1. ÇED Yönetmeliği Ek I'deki Entegre Kimya Tesisleri- İnorganik Kimyasalların Üretimi

6 – Fonksiyonel olarak birbirine bağlı çeşitli birimleri kullanarak endüstriyel ölçekte üretim yapan kimya tesisleri:

- İnorganik kimyasalların üretimi

ÇED Yönetmeliği'nin Ek-2 Listesi'nde inorganik kimyasalların üretim sektörüne ilişkin tanımlama verilmemektedir. Diğer bir deyişle bu faaliyetler, Seçme ve Eleme kriterlerine tabi tutulması gereken projeler arasında bulunmamaktadır. Bununla beraber, ÇED Yönetmeliği'nin Ek-2 Listesi Madde 2(a)'da, organik ya da inorganik nitelik ayrımı yapılmaksızın, genel olarak "Kimyasalların üretimi, için projelendirilen tesisler..." ifadesi ile diğer kimyasal üretimi² projeleri kapsamaktadır (Kutu 2). Yani, entegre üretim yapmayan diğer kimyasal tesisler "Çevresel etki değerlendirmesi gereklidir veya çevresel etki değerlendirmesi gerekli değildir" kararı verilmesi gereken faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Bu faaliyetler, Seçme ve Eleme kriterlerine tabi tutulması gereken projeler olup, 2014/24 sayılı Genelge ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bu projeler için yetkisini Valiliklere devretmiştir. Bu çerçevede, bu faaliyetler için Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinin "ÇED Gereklidir" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararı vermesi gerekmektedir.

Kutu 2. ÇED Yönetmeliği Ek II'deki Diğer Kimya Tesisleri

2 a) – Kimyasalların üretimi, petrolden yağlama maddesi üretimi veya ara ürünlerin işlenmesi için projelendirilen tesisler, (Proses kaynaklı atığı ve yan ürün olmayan sadece karışım yapan tesisler bu kapsamın dışındadır)

¹ Fonksiyonel olarak birbirine bağlı çeşitli birimleri kullanarak endüstriyel ölçekte üretim yapan kimya tesislerinde üretilen bir kimyasalın tesis içerisinde bir başka kimyasal üretimi için kullanılması söz konusudur. Diğer bir deyişle, tesis içerisinde çeşitli üniteler fonksiyonel olarak birbirine bağlıdır; bir ünitenin ürünü bir başka ünitenin ham maddesidir. Örneğin, aynı tesis içerisinde; doğal gazdan üretilen amonyağın nitrik asit üretiminde kullanılması ve sonrasında amonyak ve nitrik asitin amonyum nitrat gübresi üretiminde kullanılması.

² Diğer kimyasal üretim tesisler, entegre tesis olmayıp, fonksiyonel olarak birbirine bağlı olmayan (ürün-hammadde ilişkisi olmayan) birimleri kullanarak üretim yapan tesislerdir. Örneğin, sadece sülfürik asit üreten bir tesis.

KLOR ALKALİ ÜRETİMİ



Kaynak: [5]

I. KLOR-ALKALI ÜRETİMİ, UYGULANAN PROSELER VE YARDIMCI İŞLEMLER

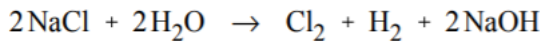
Klor-alkali sanayiinde, NaCl (veya KCl) elektrolizi ile; klor, hidrojen ve sodyum hidroksit (veya potasyum hidroksit) (kostik) üretilir. Temel ürün olan klor, başta kimya sanayi olmak üzere, tekstil ve kağıt endüstrilerinde yardımcı kimyasal olarak kullanılır. Çeşitli klorlu organik bileşiklerin sentezinde kullanımı büyük boyuttadır. Polivinil klorür (PVC) sentezi için vinil klorür monomer (VCM) üretimi, tüm Dünya'da en önemli kullanım alanlarından birisidir. Ayrıca, dezenfektan olarak da yaygın kullanımı söz konusudur. Klor, çeşitli yapı malzemeleri, çözücüler ve insektisitler de dahil olmak üzere çok sayıda son ürünün vazgeçilmez bir bileşenidir.

Klor-alkali endüstrisinin diğer ürünü kostik ise, metalürji - alümina / alüminyum endüstrisi, kağıt hamuru üretimi, tekstil endüstrisi, sabun ve yüzey aktif madde üretimi, çeşitli organik veya inorganik bileşiklerin üretimi vb. sektörlerde kullanılır. Hidrojen, genellikle yanıcı bir gaz olarak yerinde kullanılır veya diğer işletmelere yakıt olarak gönderilir. Aynı zamanda, yüksek saflıkta olması nedeniyle, amonyak, metanol, hidroklorik asit, hidrojen peroksit sentezinde de kullanılabilir.

Klor üretiminde başlıca üç proses bulunmaktadır:

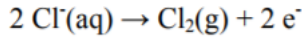
- Diyafram hücreli
- Cıva hücreli
- Membran hücreli

Her üç proseste de tuz çözeltisi, klorür iyonlarını klorla dönüştüren elektrik akımı ile elektrolize edilir. Genel işlem reaksiyonu aşağıdaki gibidir:

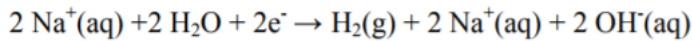


Sodyum klorür çözeltisinin elektroliz edilmesinde temel prensip şudur:

Anotta, klorür iyonları oksitlenir ve klor (Cl_2) oluşur:



Katotta: cıva hücresinde sodyum/cıva amalgamı oluşur; Daha sonra, amalgamdaki sodyumun su ile reaksiyonu ile hidrojen (H_2) ve hidroksit iyonları (OH^-) oluşur.



Membran ve diyafram hücreli sistemde su, katotta hidrojen (H_2) ve hidroksit iyonları (OH^-) oluşturmak üzere ayrışır.

Kostik soda ve hidrojen, kullanılan teknolojiye bağımsız olarak sabit bir oranda üretilir. Her üretilen ton klor başına:

- NaCl ham madde olarak kullanılırsa, 1128 kg NaOH (% 100'lük),
- KCl ham madde olarak kullanılırsa, 1577 kg KOH (% 100'lük),
- 28 kg hidrojen

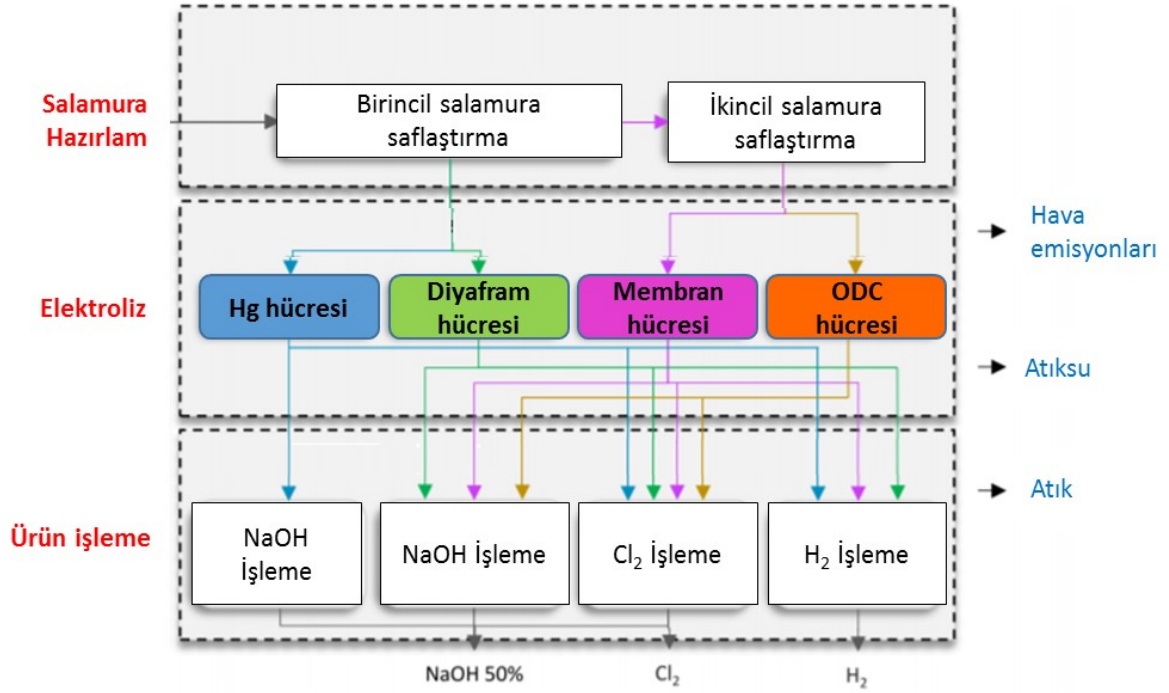
üretilmektedir [1].

Yaygın olarak kullanılmakta olan bu üç proseste ilave olarak, çok daha yeni geliştirilmiş olan "ODC (oksijenle depolarize edilmiş katot)" prosesi de bulunmaktadır. ODC prosesi, membran hücreli sistemden katot bölümünün yapısı itibarıyla farklılaşmaktadır. Katotta, hidrojen oluşumunu bastıran oksijen uygulaması söz konusudur. Burada kullanılan katalizörün seçici etkisi, oksijen tüketim reaksiyonunu teşvik eder ve hidrojen oluşumunu engeller. Reaksiyon, birkaç adımda ilerlemektedir: oksijenin ODC yapısına nüfuz etmesi, takiben oksijenin kostik elektrolit içerisinde erimesi ve katalizör yüzeyinde dağılmasıyla kimyasal olarak indirgenmesi. Genel reaksiyon aşağıda gösterildiği gibidir:

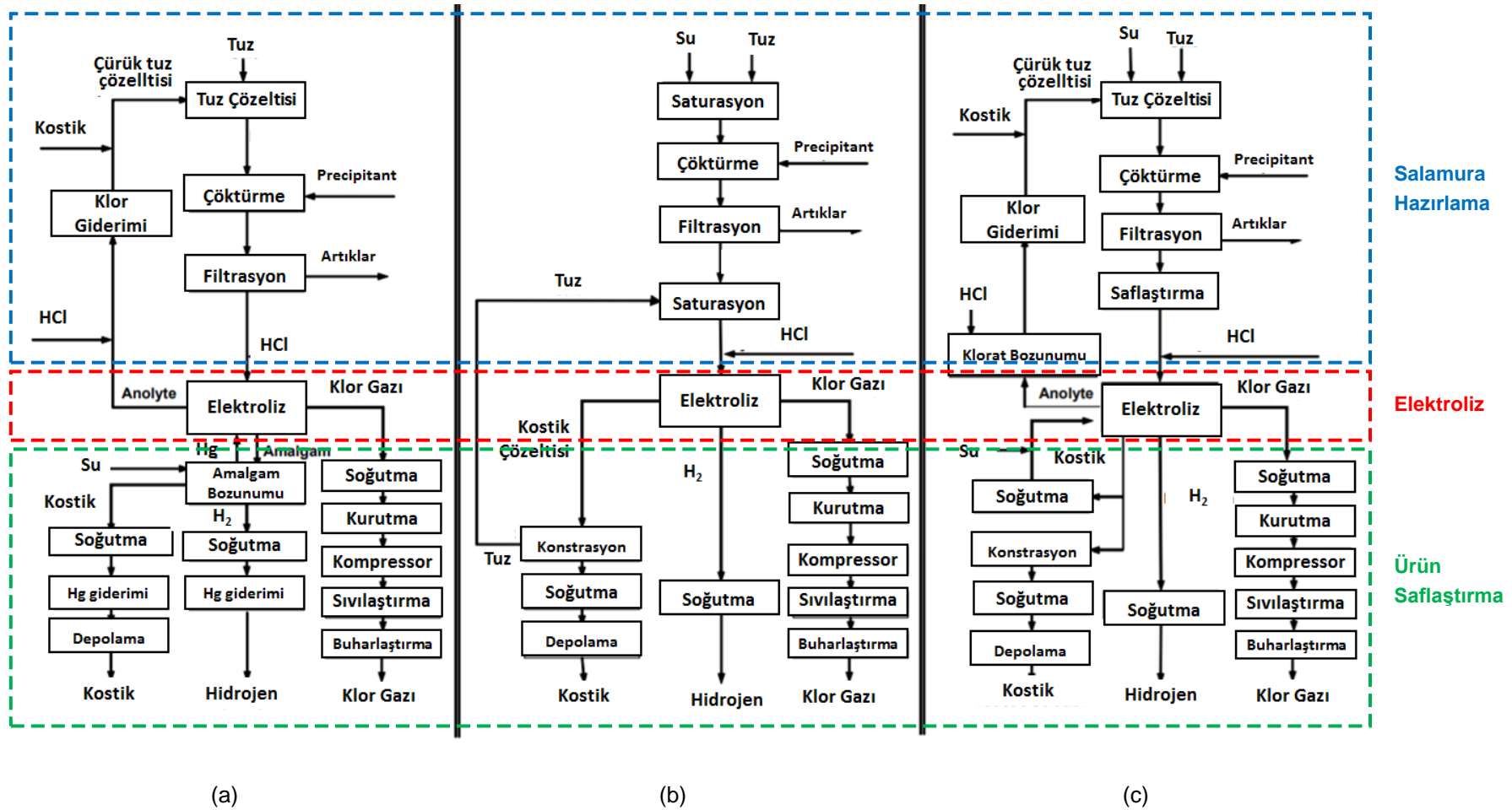


Klor alkali endüstrisinde uygulanan dört proses ana hatları ile Şekil 1'de gösterilmektedir. Görüldüğü gibi dört proses arasında, tuz çözeltisi (salamura) hazırlama süreçlerinde farklılıklar bulunmaktadır. Membran ve ODC hücreli prosesler daha saf tuz çözeltisi gerektirmekte, bu nedenle ikincil saflaştırma uygulanmaktadır [2].

Şekil 2'de görüldüğü gibi, elektroliz sonrası uygulanan ürün saflaştırma aşamalarında da, prosesten prosese farklılıklar bulunmaktadır [1].



Şekil 1. Klor-alkali prosesleri [2]



Şekil 2. Klor-alkali proses aşamaları (a) Civa hücreli, (b) Diyafram hücreli, (c) Membran hücreli proses

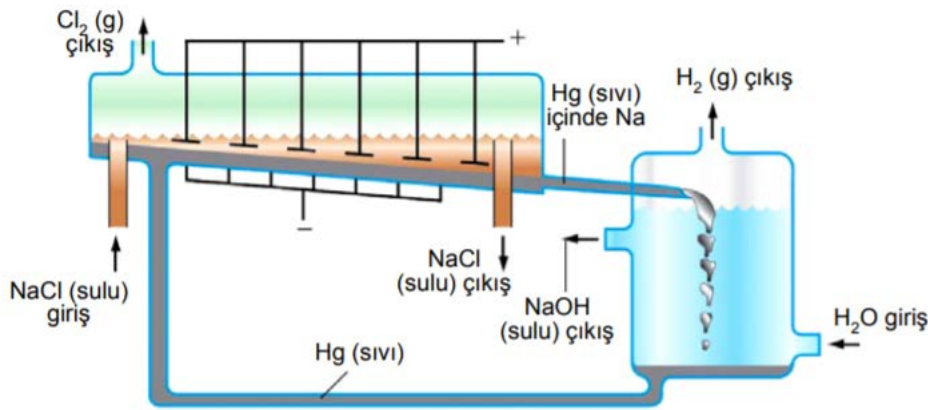
[1]

I.1. Elektroliz Hücreleri

I.1.1. Cıva Hücreler

Bu prosesler arasında en eski olanı, yol açtığı çevresel sorunlar nedeniyle artık tercih edilmeyeni cıva hücreli sistemdir (Şekil 3). Elektroliz sistemi, iki ünite içerir. Grafit enotların yer aldığı birinci üniteye (elektroliz tankı) yaklaşık% 25 NaCl içeren saflaştırılmış ve doymuş salamura beslenir. Bu ünitenin taban kısmında, katot olarak cıva tabakası bulunur. Cıva tabakası, tank tabanında tuzlu su ile birlikte akar ve Na-Hg amalgamı oluşur. Na-Hg amalgamı, ikinci üniteye (ayırıştırıcı) geçer. Ayırıştırıcı, elektrolitik sodyum hidroksit çözeltisi içinde kısa devre yapan bir elektrik hücresidir. Bu hücre, anod olarak sodyum amalgam ve katot olarak grafit veya metal içerir. Ayırıştırıcıya eklenen su, sodyum amalgam ile reaksiyona girer ve elemental cıva, sodyum hidroksit ve hidrojen gazı üretilir. Sodyumdan ayrılmış cıva, hücrenin içinde tekrar dolaştırılır. Kostik soda çözeltisi tipik olarak ayırıştırıcıyı % 50'lik bir konsantrasyonda (ağırlıkça) terk eder, filtre edilir ve buharlaştırma ile daha da konsantre edilir. Yan ürün olan hidrojen gazı, atmosfere atılabilir, yakıt olarak yakılabilir veya diğer işlemler için ham madde olarak kullanılabilir.

Ayırıştırıcı içinde, genellikle dolgu malzemesi olarak grafit topları veya granülleri kullanılır. Normal kullanım sırasında, grafit malzemenin yaklaşık 10 yılda bir yenilenmesi gerekir. Atık malzeme cıva içerir.



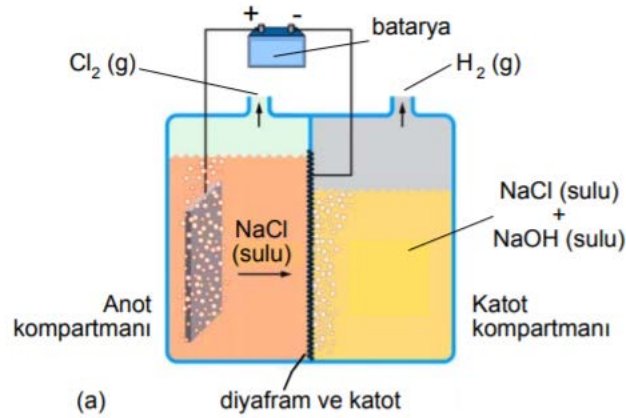
Şekil 3. Cıva hücresi [3]

I.1.2. Diyafram Hücreler

Diyafram hücrelerde tüm reaksiyonlar tek bir hücrede gerçekleşir (Şekil 4). Katotta seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ve hidrojen üretilir. Sodyum klorür çözeltisi, diyaframdan sızarak katot bölgesine geçer ve sodyum hidroksite dönüşür. Anot bölgesinde sıvı seviyesi daha yüksek tutularak katot bölgesinde meydana gelen sodyum hidroksitin geri akışı engellenir. Anotta klor salınır. Katotta üretilen hidrojen ve anotta üretilen kloru ayırmak için asbest ve polimer karışımı poröz bir diyafram kullanılır. Ayırılmadığında; hidrojen ve klor kendiliğinden tutuşabilir ve kostik soda ve klor, sodyum hipoklorit (NaOCl) oluşturmak üzere reaksiyona girerler. Sodyum hipoklorit daha sonra sodyum klorata (NaClO₃) dönüşebilir [3].

Katotta üretilen kostik, reaksiyona girmemiş sodyum klorür çözeltisi ile oldukça kontaminedir. Hücreden çıkan sodyum hidroksit, buharlaştırma ile konsantre edilir. Bu işlem sırasında, sodyum klorürün çoğu katı tuz olarak kristalleşir. Tuz ayrılabilir, suda eritilebilir ve hücreden tekrar geçirilebilir. Konsantre olduktan sonra bile sodyum hidroksit, küçük bir oranda sodyum klorür içerir.

Kullanım sırasında, diyaframdan ortam asbest salınır. Bu en önemli çevre sorunudur. Diyafram hücreleri cıva hücrelerinden daha düşük voltajda çalışma avantajına sahiptir. Öte yandan, diyafram hücreleri daha az saflıkta salamura ile çalıştırılabilir [3].

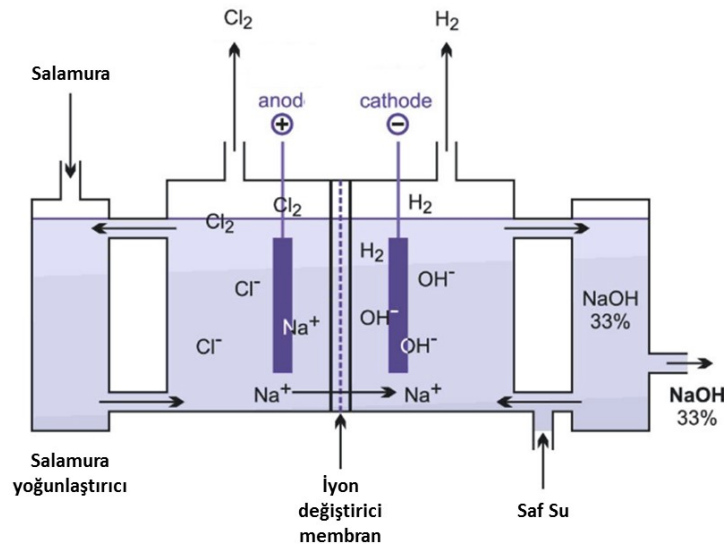


Şekil 4. Diyafram Hücresi [3]

I.1.3. Membran Hücreler

Membran hücrelerde, pozitif iyonların geçişine olanak veren polimerden yapılmış bir membran bulunur. Anot, rutenyum dioksit ile kaplanmış titanyumdan yapılmıştır. Katot nikteldir. Anot ve katot bölmeleri, seçici iyon geçirgen bir membran ile tamamen ayrılmıştır (Şekil 5). Membran, katyonlara karşı geçirgenlik gösterir, ancak anyonları geçirmez; sodyum iyonlarının geçişini sağlar ancak klorür veya hidroksit iyonlarının geçmesine izin vermez. Sodyum iyonları hidratlı formda (Na.xH₂O) membranı geçerek bir miktar suyun geçişine neden olur. Ancak, membran serbest su molekülleri için geçirimsizdir. Hücreden çıkan sodyum hidroksit solüsyonu yaklaşık % 30 konsantrasyonundadır. Çözelti yaklaşık 50% olana kadar basınç altında buhar kullanarak konsantre edilir [3].

Membran, 0,15-0,3 mm kalınlığında, tetra-floroeten (ve benzeri bir florlanmış monomerin) anyonik karboksilat ve sülfonat grupları ile bir kopolimeridir.



Şekil 5. Membran hücre [4]

I.1.4. Karşılaştırma

Üç temel prosesin başlıca özellikleri

Tablo 1'de sunulmaktadır. Görüldüğü gibi her prosesin avantaj ve dezavantajları vardır. Bununla birlikte cıva hücreli sistem, cıvanın tehlikeli bir madde oluşu nedeniyle en dezavantajlı sistemdir.

Tablo 1. Cıva, membrane ve diyafram hücreli proseslerin başlıca özellikleri [5]

Kriter	Cıva Hücreli	Diyafram Hücreli	Membran Hücreli
Anot	Ti üzerinde RuO ₂ + TiO ₂ kaplama	Ti üzerinde RuO ₂ + TiO ₂ + SnO ₂ kaplama	Ti üzerinde RuO ₂ + TiO ₂ + IrO ₂ kaplama
Katot	Cıva	Çelik (veya aktif Ni kaplı çelik)	Kaplanmış Ni
Separatör	Yok	Asbet, polymer-modifiye asbet	İyon değiştirme membranı
Sıcaklık	Giriş: 50–75°C Çıkış: 80–90°C	-	-
pH	2-5	2,5-3,5	2-4
Katot ürünü	Sodium amalgam (Na-Hg _x)	% 10–12 NaOH ve H ₂	% 30-33 NaOH ve H ₂
Klor kalitesi	O ₂ : %0,1–0,3 H ₂ : %0,1–0,5 N ₂ : %0,2–0,5	O ₂ : %0,5–2,0 H ₂ : %0,1–0,5 N ₂ : %1,0–3,0	O ₂ : %0,5–2,0 H ₂ : %0,03–0,3
Avantajları	• Yüksek kalite kostik, klor, • Basit salamura hazırlama işlemleri	• Düşük kalite salamura • Düşük elektrik tüketimi	Düşük enerji tüketimi, düşük maliyet, yüksek kalite kostik
Dezavantajları	• Hg kullanımı, yüksek maliyetli elektroliz prosesi ve yüksek çevresel harcamalar, yüksek yer gereksinimi	Yüksek buhar tüketimi, düşük kalite kostik ve klor, (bazı hücrelerde) asbet kullanımı	Yüksek kalite salamura gereksinimi, düşük kalite klor, membrane maliyeti

I.2. Diğer Proses Aşamaları

Klor ve kostiğin üretildiği elektroliz sistemlerine ek olarak, kloralkali tesislerinde bulunan ve Şekil 2'de gösterilen diğer temel proses aşamaları, aşağıda tanımlanmaktadır [1]:

I.2.1. Tuz Çözeltisinin (Salamura) Hazırlanması ve Saflaştırılması

Su ve tuz karıştırılarak hazırlanan tuz çözeltisi, içinde bulunan çeşitli kirleticilerden (SO₄⁻², Ca, Mg, Ba ve metaller) elektroliz aşamasında ortaya çıkabilecek sorunları önlemek için temizlenmelidir. Saflaştırmanın ilk aşaması, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının sodyum karbonat ve sodyum hidroksit kullanılarak, kalsiyum karbonat (CaCO₃) ve magnezyum hidroksit (Mg(OH)₂) olarak çöktürülmesidir. Bu işlem sırasında metaller de (demir, titanyum, molibden, nikel, krom, vanadyum, tungsten) de hidroksit olarak çökelirler.

Tuz çözeltisindeki sodyum sülfat miktarı da; kalsiyum klorür (CaCl₂) veya baryum tuzları (BaCO₃ veya BaCl₂) ilave edilerek çöktürme yöntemiyle kontrol edilmektedir. Çöktürülmüş safsızlıklar; sedimentasyon, filtrasyon veya her ikisinin kombinasyonu ile ayrılır. Ayrılan çökelti, genellikle filter pres, döner tambura vakum filtreleri veya santrifüjlerde % 50-60 katı içeriğine kadar konsantre edilir.

Sülfat gideriminde; Ba tuzları ile çöktürme yerine aşağıdaki prosesler de uygulanabilmektedir:

- Tuz çözeltisi soğutularak Na₂SO₄·10H₂O kristallizasyonu ve Na₂SO₄ · CaSO₄'ün çöktürülmesi,
- İyon değiştirme,
- Nanofiltrasyon.

Diyafram hücreli proseste, sülfat giderimi gerekli değildir. Membran hücreli proseste ise, sülfat gideriminde, membrane ömrünün korunması açısından baryum tuzları ile (baryum sülfat olarak) çöktürme önerilmemektedir.

Tuz çözültüsü, amonyum iyonları veya organik azot da ihtiva edebilir. Bu bileşikler elektroliz tankında azot triklorüre (NCl_3) dönüşür ve konsantrasyonun yüksek olması durumunda, NCl_3 patlayabilir. Amonyum tuzu safsızlığını yok etmek için, 8.5'den yüksek bir pH'da klorlama veya hipoklorit işlemi gereklidir.

Vakum tuzu kullanılan tesislerde salamura saflaştırma proseslerine gerek yoktur.

Membran hücreli sistemlerde, diğer iki prosesten farklı olarak ikinci aşama saflaştırma gereklidir. İkinci aşama saflaştırmada salamura, Ca ve Mg giderimi için filtrasyon ve iyon değiştirme işleminden geçirilir. İyon değiştirici reçineleri korumak için uygulanan filtrasyon, genellikle basınçlı filtrelerinde uygulanır. Ardından katyonik iyon değiştirme uygulanır.

Membran hücreli sistemlerde, tuzlu su elektroliz hücrelerine girmeden önce, genellikle hidroklorik asit ile asitleştirilir ($\text{pH}<6$). Bu uygulama, anot kaplamanın ömrünü uzatır ve oksijen, hipoklorit ve klorat oluşumunu azaltır. Bununla birlikte, aşırı asidifikasyon demir ve alüminyum gibi kirliliklerin membran bünyesinde çökeltme riskini artırır ve membrana zarar verebilir. Uygulama, 85°C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda hidroklorik asit ile kloratın klor indirgenmesi ve kloratın hidrojen ile klor katalitik indirgenmesini içerir.

I.2.2. Tuzlu Su (Salamura) Doyurma ve Deklorinasyon

Membran hücreleri genellikle tuzlu su devirdaimi ile çalıştırılır. Bu çerçevede, elektroliz tankından çıkan bitik salamura, tekrar doymun hale getirilir ve içerdiği klorür giderilir. Zira, aktif klor, izleyen tuzlu su arıtma ünitesinde reçinelere zarar verebilir. Bunun için; bir desorpsiyon kolonuna gönderilir. Ardından, kloru tamamen gidermek (deklorinasyon) için, salamura, bir aktif karbon yatağından geçirilir veya bir indirgeyici ajan (ör., sodyum sülfid) ile muamele edilir.

I.2.3. Klor Gazı Arıtımı

Elektroliz tanklarında üretilen klor; sıcak ve korozyon özelliğine ek olarak yüksek su içeriğine sahiptir. Bu nedenle soğutma, temizleme, kurutma, temizleme, basınçlama ve sıvılaştırma işlemlerinden geçirilir. Bazı uygulamalarda sıvılaştırmaya gerek kalmadan kuru gaz olarak da kullanılabilir.

İlk aşama soğutma işleminde, toplam gaz hacmi azaltılır ve büyük miktarda nem yoğunlaştırılır. Klor gazı; su, tuzlu su veya diğer akışkanlarla, bir veya birkaç (2-6) kademedeki ters-akışlı kurutma kulelerinden geçirilir. Aşırı soğutmayı önlemek için özen gösterilir, çünkü yaklaşık 10°C 'de klor klor hidrat oluşabilir. Alternatif olarak, soğutma işlemi ısı değiştiricilerde de yapılabilir.

Birincil soğutmayı takiben, klor gazında bulunan su damlacıkları ve tuzlu su buharı gibi yabancı maddeler, cam yünü veya gözenekli kuvarz granülleri içeren özel filtreler kullanılarak veya elektrostatik çöktürücüler vasıtasıyla mekanik olarak uzaklaştırılır. Klor daha sonra kurutma kolonlarına iletilir.

Birincil soğutma sisteminden gelen klor az ya da çok su buharı ile doymuş durumdadır. Korozyonun engellenmesi ve hidrat oluşumunun en aza indirgenmesi için, klor gazının kurutulması gerekir. Kurutma kolonlarında gerçekleştirilen işlemde, (neredeyse tüm işletmelerde) konsantre sülfürik asit kullanılır. Ters akışlı kurutma kulelerinde iki ila altı aşama uygulanır. Kalan nem miktarı, son kuruma aşamasındaki sülfürik asidin sıcaklığına ve konsantrasyonuna bağlıdır. Kurutma kolonları, klor ve sülfürik aside dayanıklı plastik malzeme içerir. Kolonlarda ortaya çıkan ısı, ısı eşanjörleri ile giderilir ve harcanan asit, kimyasal olarak deklorize edilir veya sıyırma ile temizlenir. Kullanılmış asidin konsantrasyonu, kurutma aşamalarının sayısına ve bertaraf yöntemine bağlıdır. Bazı durumlarda, asit vakum altında ısıtılarak yeniden konsantre edilir ve daha sonra tekrar kullanılır. Kurutma kulesinin tepesinden çıkan kuru klor gazı, sülfürik asit damlacıklarının tutunmasını önlemek için buğu çözücülerden veya dolu bir yataktan geçer.

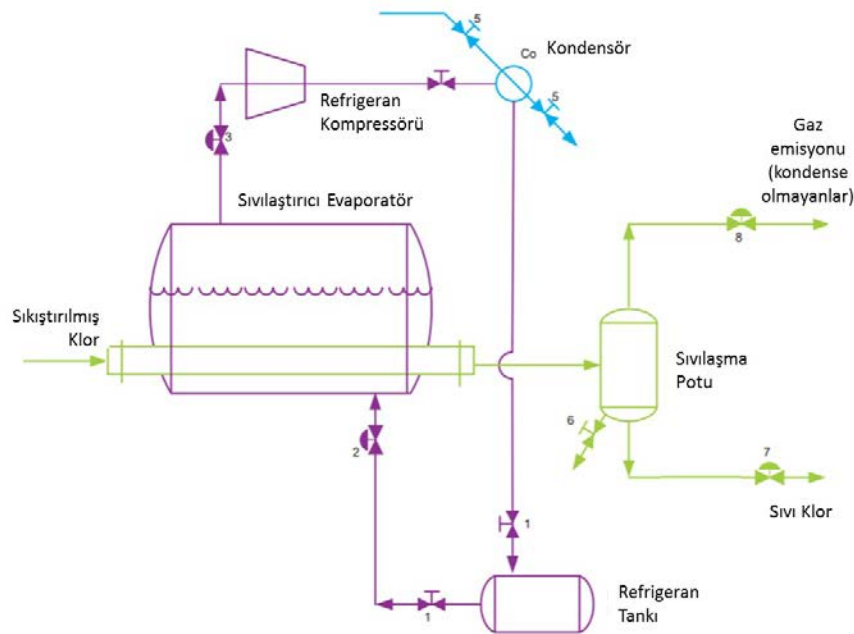
Kurutulmuş klor gazı, tekrar temizleme işlemine tabi tutulur. Bu işlemde, kurutma kulesinden gelen kuru klorun sülfürik asit damlacık içeriği bir buğu çözücü ya da dolgulu yataktan geçirilerek tutulur. Bu aşamada organik safsızlıkların giderilmesi için;

- Karbon yataklarında adsorpsiyon;
- Karbon tetraklorür gibi uygun bir çözücü kullanarak absorpsiyon-desorpsiyon;
- Azot-3-klorürü gidermek için konsantre hidroklorik asit ile yıkama;
- Azot-3-klorürü, organik safsızlıklar, CO₂ ve bromürü gidermek için sıvı klorla yıkama;
- Azot 3-klorürü ve hidrojeni gidermek için UV ile ışınlama

işlemleri de uygulanabilir.

Ardından klor gazı kompressörlerden geçerek basıncı artırılır. Basınç artışından kaynaklanan ısınmadan dolayı, genellikle kademeler arasında soğutma uygulanır. Herne kadar kompresör contaları, klorun atmosfere sızmasını önleyebilecek nitelikte de olsa, yüksek sıcaklıklarda kuru klor kontrolsüz bir şekilde demirle reaksiyona girebilir. Bu nedenle klor sıcaklıkları genellikle 120°C'nin altında tutulur.

İzleyen aşamada, sıvılaştırma uygulanır (Bazı uygulamalarda sıvılaştırmaya gerek kalmadan kuru bir gaz olarak kullanılabilir). Sıvılaştırma normalde çok aşamalı bir işlemdir (Şekil 6). Tipik uygulama; klorun çoğunu nispeten yumuşak koşullar altında sıvılaştırmak ve daha sonra gaz basıncını arttırmak veya aşamalı olarak sıcaklığını düşürmektir. Sıvılaştırma, ortam sıcaklığında ve yüksek basınçta (örneğin 18°C ve 7-12 bar) farklı sıcaklık ve basınçlarda, düşük sıcaklıkta ve düşük basınç (örneğin -35°C ve 1 bar) veya diğer sıcaklık-basınç değerlerinde uygulanabilir. Soğutma tek ya da birkaç aşamalı uygulanabilir. Farklı sıcaklıklarda uygulanan aşamalı soğutma, genellikle farklı soğutucular (refrigerant) kullanılmasını gerektirir. Refrigerant olarak; su, HCFC/HFC veya amonyak kullanılabilir. Sıvılaştırma sırasında, klor içindeki hidrojeni gidermek için bazen bir kolon içinde klorun hidrojenle reaksiyona girmesi sağlanır. Bu durumda, sistemden HCl çıkışı söz konusu olur. Sıvılaştırmayan (kondense olmayan) bileşenler sıvılaştırma potundan atık gaz olarak çıkar.



Şekil 6. Klor sıvılaştırma

Elektroliz hücrelerinden gelen klor gazı, NCl_3 , Br_2 , $\text{C}_x\text{H}_y\text{X}_z$, CO_2 , O_2 , N_2 ve H_2 gibi yabancı maddeler ihtiva edebilir. İlk üç safsızlık çoğunlukla sıvı klorda çözülürken, CO_2 , O_2 , N_2 ve H_2 gibi yoğunlaşmayan gazlar gaz fazında kalır ve klor sıvılaştırması sırasında konsantrasyonları artar. Kurutma ve klorun sıvılaştırılmasından sonra gaz fazında sülfürik asit, ferrik sülfat, ferrik klorür ve / veya karbon tetraklorür de bulunabilir. Atık gazlardaki bu kirlilikler artılmalıdır.

I.2.4. Hidrojen Arıtımı

Elektroliz hücrelerinden çıkan hidrojen gazı genellikle hidroklorik asit üretimi için kullanılır veya buhar üretmek için bir yakıt olarak değerlendirilir [6]. Üretilen hidrojen; su buharı, sodyum hidroksit ve tuz içerir. Bu safsızlıkların giderilmesi için gaz soğutulur; tuzlu su ve sodyum hidroksit çözeltileri yoğunlaştırılır. Yoğunlaştırılan çözeltiler, kostik üretmek üzere prosese geri döndürülür. Membran veya diyafram hücreli proseslerde; soğutma genellikle bir veya daha fazla sayıda eşanjör ile gerçekleştirilir. Cıva hücreli sistemlerde, birincil soğutma, cıva buharının cıva devresinde kalması için elektroliz ünitesinde gerçekleştirilir. Daha fazla soğutma ve cıva giderme, daha sonraki aşamalarda çeşitli teknikler kullanılarak cereyan eder. Bazı hidrojen gazı kullanımları, platin katalizör ile oksijen giderimini gerektirir. Sonra hidrojen gazı sıkıştırılır.

I.3. Yardımcı İşletmeler

I.3.1. Su Yumuşatma Tesisleri

Membran hücreli ve cıva hücreli elektroliz sistemlerinde katotta kullanılan demineralize su [6] (< 5 micromho) [7] ihtiyacının karşılanması amacıyla su arıtma tesisleri işletilmektedir. Bu tesislerde farklı prosesler uygulanması ihtimali söz konusu olmakla birlikte, genellikle iyon değiştirme ve ters ozmoz proseslerinden ibaret arıtma uygulanmaktadır.

İyon Değiştirme

İyon değiştirme prosesinde, suda bulunan sertlik yapıcı Ca ve Mg iyonları, suyun reçine dolu kolonlardan geçirilmesi ile reçine üzerinde tutulur. Reçinenin iyon değiştirme kapasitesi tükendiğinde, rejenere edilmesi gerekir. Rejenerasyon amacıyla, kolonlardan gerektiği kadar tuz çözeltisi geçirilir ve ardından kolonlar yumuşak su ile yıkanır. Dolayısıyla, iyon değiştiriciler; atık tuz çözeltisi ve atık yıkama suları olmak üzere iki tip atıksu üretir. Ayrıca, kullanım ömrü dolduğunda atık reçine şeklinde katı atık da üretilir.

Ters Ozmoz Tesisleri

Ters ozmozda, yoğunluğu fazla olan sert su içerisinde bulunan mineraller, tuzlar ve organik maddeler, membranın bir tarafında bırakılarak diğer tarafa, yoğunluğu daha az, tuzlar ve minerallerden arındırılmış yumuşak sıvı geçirilir. Pratikte, sisteme verilen sert suyun, sadece belli bir yüzdesi membranı geçebilir ve geride içinde mineraller, tuzlar ve organik maddelerin biriktiği yoğunluğu çok daha fazla olan, uygun bir şekilde bertaraf edilmesi gereken konsantre kalır.

Konsantrasyon polarizasyonu olarak bilinen polarize olmuş moleküllerin membran üzerinde birikerek daha fazla akışa geçiş vermemesi, tıkanma sorununun önüne geçilmesi için membranların periyodik olarak basınç altında temiz su ile ve daha seyrek aralıkla kimyasallarla yıkanması gerekir [8]. Dolayısıyla, bu yıkanma süreçleri, bertaraf edilmesi gereken atıksular üretmektedir.

I.3.2. Enerji Üretim Tesisleri

Klor alkali tesislerinde, elektrik enerjisi üretimi de yapılmaktadır. Enerji üretimi amacıyla kojenerasyon tesisleri ya da dizel jeneratörler kullanılabilir. Fosil yakıt kullanan kojenerasyon tesislerinin ve dizel jeneratörlerin başlıca çevresel etkileri; baca gazı emisyonları, ürettikleri katı atıklar ve

atıksulardan kaynaklanmaktadır. Bu tür tesislerin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

I.3.3. Buhar Kazanları

Kloralkali tesislerinde çeşitli proses aşamalarında (üretilen kostiğin evaporatörlerde konsantre edilmesi, sıvı klorun buharlaştırılması [5] uygulanan yüksek sıcaklıkların temin edilebilmesi için buhar kullanılmaktadır. Gereken buhar, fosil yakıt ya da doğal gaz kullanan buhar kazanları ile üretilebilmektedir. Kazan sistemleri, temel olarak yakma sistemi ve buhar kazanı bileşenlerini içermektedir. Başlıca çevresel etkileri, baca gazı emisyonları ve curuf ile ilişkili olan buhar kazanlarının çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

I.3.4. Atıksu Arıtma Tesisleri

Organize sanayi bölgelerinde bulunan sanayi tesislerinden kaynaklanan atıksular, bulunduğu OSB'nin kanala deşarj kriterlerini sağlayacak şekilde ön arıtmaya tabi tutularak veya hiçbir ön arıtmaya gerek duyulmadan merkezi endüstriyel atıksu arıtma tesislerine verilebilmektedir. Organize sanayi bölgelerinde bulunmayan kuruluşları ise, tam arıtma yapma yükümlülüğünde olmaktadır. Bu kapsamda; atıksu arıtma tesisi işleten kloralkali kuruluşları, konumlarına bağlı olarak sadece ön arıtma (fiziksel + kimyasal veya sadece fiziksel) diğerleri ise tam arıtma (fiziksel + kimyasal) yapma durumunda olmaktadır. Başlıca çevresel etkileri; arıtma çamuru bertarafı ve enerji sarfiyatı açısından ele alınması gereken atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

II. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER

II.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması

II.1.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Arazinin inşaat amacıyla düzenlenmesi sırasında, toprak profilinin bozulması ve geçici olarak arazinin kullanım amacının değişikliği
- Bitki örtüsünün sıyrılması vb nedenlerle oluşan toprak erozyonu, dik arazilerde toprak kayması ve heyelanlar
- Humus katmanının sıyrılarak uzaklaştırılması sonrasında toprağın bozulması
- İnşaat alanında faaliyet gösteren araç ve ekipmanların temizlenmesi, yağlanması ve yakıt ikmali sırasında yakıt ve yağların kazara dökülmesine bağlı kirlilik
- İnşaat alanında kimyasalların kazara dökülmesi ve kontrolsüz depolanmış atıklardan kaynaklanan toprak kirliliği
- Zeminin korozif özelliği nedeniyle boru veya beton temel gibi altyapılarda oluşan bozulmalar

Alınması Gereken Önlemler

Toprak bozulmalarını ve erozyonunu azaltmak için:

- Doğal bitki örtüsü ile yeniden bitkilendirme amacı ile üst toprak ayrı yığınlar halinde çıkartılıp saklanmalıdır.
- Bitki örtüsü ve toprak, eşyükselti eğrilerine paralel olacak şekilde, yüksek kottan başlanarak sıyrılmalıdır.
- Zemine olan etkileri en aza indirmek için, tesviye işlemleri için uygun makinalar kullanılmalıdır.
- Büyük ölçekli kazı işlerinin yağışlı mevsimlerde yürütülmesi mümkün olduğunca kısıtlanmalıdır.
- Yağmur suyunu yönlendirmek için inşaat alanında drenaj çalışması yapılmalı ve mümkünse çöktürme yolu ile silt yüklemesi azaltılmalıdır.
- Özellikle yamaçlar gibi erozyona yatkın alanlar olmak üzere çalışma sahasında yeniden bitkilendirme çalışmaları yürütülmelidir.

İnşaat alanında kaza ve sızıntı kaynaklı toprak kirliliğini azaltmak için:

- İnşaat faaliyetlerinde kullanılan ekipman ve araçlar için geçirimsiz yüzeyli park alanı teşkil edilmelidir.
- Araç ve ekipmanların bakım, temizlik ve yakıt doldurulma işlemleri, sızıntıların önlenmesi için gerekli tedbirlerin alındığı (örn: geçirimsiz yüzey, yağ tutucu, çöktürme tankı) atölye veya sahalarda yapılmalıdır.
- Yağ, yakıt ve kimyasallar sızdırmaz zemini ve kısıtlı erişimi olan uygun depolama alanlarında saklanmalıdır.
- Akaryakıt tankları sızdırmaz olmalı ve geçirimsiz yüzey üzerine teşkil edilmelidir. Kazara bir sızma durumu için emici malzemeler ve yangın müdahale ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- İnşaat ve taşıma ekipmanlarının düzenli olarak bakımı yapılmalıdır.
- Ekipmanlar ve kontamine toprak için temizleme prosedürleri önceden hazırlanmış olmalıdır.

Altyapılarda, zeminin korozif ve bozucu yapısından kaynaklı bozulmaları önlemek için, uygun inşaat malzemeleri seçilmeli ve yine uygun yapım prosedürleri takip edilmelidir.

II.1.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- İnşaat çalışmalarında kullanılacak araç ve ekipmanların, çevrede bulunan işçileri, yöre halkını ve hayvanları etkileyebilen gürültüye neden olması;
- Taş ve kaya çıkarma, yapı temellerinin oluşturulması, kazık çakma ve özellikle bozuk zemin üzerindeki kamyon trafiği gibi faaliyetlerin neden olduğu titreşim sebebiyle:
 - Binalarda değişik derecelerde yüzeysel ve/veya yapısal hasarlar oluşması,
 - İnsanlar üzerinde rahatsızlığa veya huzursuzluğa neden olması veya daha yüksek seviyelerde, çalışma becerisini etkilenmesi.

Alınması Gereken Önlemler

- Kullanılacak makine ve ekipmanların bakımları zamanında ve düzenli olarak yapılmalıdır.
- Güzergah üzerindeki inşaat faaliyetlerinin programı etkileri azaltacak şekilde hazırlanmalıdır.
- Konut trafiğini ve yerleşim alanlarındaki geçiş sıklığını sınırlayacak şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.
- Yerleşim alanlarından geçen kamyonlar için hız sınırına ve tonaja uyulması sağlanmalıdır.
- Gereken yerlerde geçici ses izolasyon bariyerleri kullanılmalıdır.

II.1.3. Hava Kalitesi

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Toprak hafriyatı, kazı çalışması, ulaşım trafiği, asfalt ve beton hazırlama tesisleri, malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılması, vb. kaynaklı toz oluşumu;
- Nakliye ve inşaat için kullanılan araç ve ekipmanların neden olduğu hava kirlenici emisyonları (partikül madde, NOx, hidrokarbonlar, CO vb.).

Alınması Gereken Önlemler

- Özellikle kuru mevsimlerde, inşaat alanları arazöz ile ıslatılarak toz oluşumu engellenmelidir.
- Kazı malzemesinin taşınması sırasında periyodik olarak su püskürtülmelidir.
- Kazı fazlası malzemeyi taşıyacak kamyonların üzeri branda ile örtülmelidir.
- İnşaat sahasını terk ederken kamyonların tekerlekleri yıkanmalıdır.
- Ulaşım yolları günlük olarak temizlenmelidir.
- Araç ve inşaat ekipmanları düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalıdır.
- Araçların ve inşaat ekipmanlarının yola elverişliliği kontrol edilmelidir.

II.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Yerel halkın, yerleşim bölgelerinde geçen inşaat malzemesi nakliye araçlarından rahatsızlık duyması ve kaza riski;
- İnşaat alanında iş sağlığı ve güvenlik sorunları.

Alınması Gereken Önlemler

- Yol güzergahlarının mümkün olduğunca yerleşim bölgelerinden geçmesi engellenmelidir.
- Çalışan personel için işyeri sağlık risklerinin azaltılmalıdır.
- Yerel halkına yönelik sağlık riskleri azaltılmalıdır.
- İnşaat araç ve ekipmanları için kesin bir güzergah belirlenmeli ve çalışma saatlerine kesin olarak uyulması sağlanmalıdır.

- Servis yolları veya inşaat döneminde kullanılan yolların yakınındaki yerleşimlerde düzenli bilgilendirme toplantıları yapılarak; yerel halk, yürütülmekte olan çalışmalar ve alınması gereken önlemler hakkında bilgilendirilmelidir.

II.1.5. Yüzey ve Yeraltı Sularına Etkiler

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Yüzeysel su kaynaklarının, şantiye sahası ve çalışma alanından gelen ve uygun olmayan depolama koşulları sebebiyle tehlikeli madde, yakıt, yağ ve atık içeren yağmur suları ile kirlenmesi;
- Uygun olmayan depolama koşulları, yakıt doldurma veya taşıma işlemleri sırasında kaza sonucu oluşan dökülmeler (örn. mazot ve yağ) ile yeraltı suyunun kontamine olması;
- Şantiye tesislerinden kaynaklanan evsel atıksular;
- Hafriyat çalışmaları nedeniyle yeraltı suyu seviyesinde bozulma.

Alınması Gereken Önlemler

- İnşaat malzemeleri, tehlikeli maddeler, yakıt, yağ ve atıkları uygun depolama alanlarında saklanmalı, depolanması ve taşınması için prosedürler oluşturulmalıdır.
- Akaryakıt tankları sızdırmaz olmalı ve geçirimsiz yüzey üzerine teşkil edilmelidir. Acil durumlar için emici malzemeler ve yangın müdahale ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- Araç ve ekipmanların bakım, temizlik ve yakıt doldurulma işlemleri, sızıntıların önlenmesi için gerekli tedbirlerin alındığı (örn: geçirimsiz yüzey, yağ tutucu, çöktürme tankı) atölye veya sahalarda yapılmalıdır.
- İnşaat malzeme stoklarının üzeri branda veya benzeri bir malzeme ile örtülmelidir.
- Kaza, bozulma, sızıntı vb. olaylar için acil durum prosedürleri ve müdahale planları önceden hazırlanmış olmalıdır.
- Yakın çevrede kanal bağlantısı mevcut değilse, şantiye içerisine evsel atıksu arıtma tesisi teşkil edilmelidir.
- Yeraltı suyu çıkışı var ise, güvenli bir şekilde pompalanarak drene edilmelidir.

II.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Rekreasyon alanı, turizm bölgesi, yerleşim alanı vb. gibi bölgelerde oluşan görsel rahatsızlık;
- Araçların neden olduğu titreşimler nedeniyle inşa edilmiş çevrenin hasar görmesi.

Alınması Gereken Önlemler

- Yollara yakın alanlara görüntü perdesi olarak ağaç dikilmelidir.
- Araçların geçiş yolları belirlenirken, kültürel ve arkeolojik sahaların yakınından geçen güzergahlardan mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır.

II.1.7. Atıklar

Oluşması Muhtemel Etkiler

Hazırlık ve inşaat aşamasındaki faaliyetlerden kaynaklanacak atıklar şunlardır:

- Evsel atıklar;
- Ekipmanlarına ait ambalaj atıkları;
- Tehlikeli atıklar (boya ve çözücüler gibi kimyasal maddeler, kapları, yağlı ambalaj ve bezler, vb.);
- Özel atıklar (atık yağlar, akü ve piller, filtreler, vb.);

- Hafriyat ve inşaat atıkları (ör: hurda metal, ahşap, beton atık vd.).

Alınması Gereken Önlemler

- Evsel nitelikli atıklar ayrı olarak üstü kapalı olarak konteynırlarda biriktirilmeli ve ilgili belediye tarafından bertarafı sağlanmalıdır.
- Tehlikesiz nitelikteki ambalaj atıkları diğer atıklardan ayrı olarak toplanarak saha içinde ayrılmış geçici bir alanda biriktirilmeli, lisanslı kuruluş/firmalar tarafından toplanması sağlanmalıdır.
- Tehlikeli atıklar, saha içinde oluşturulacak geçici depolama alanında tehlikesiz atıklardan ayrı olarak toplanmalı ve lisansı bulunan araçlarla gönderilerek, lisanslı tesislerde geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.

II.2. İşletme Aşaması

Kloralkali tesisleri, pekçok emisyon üretmektedir. Üretilen emisyonlar, uygulanan elektroliz prosesine göre değişmektedir. Cıva hücreli proseslerde en önemli emisyon "cıva"dır. Buna karşın diyafram hücreli sistemlerde asbest emisyonları öne çıkmaktadır. Kloralkali üretiminin diğer önemli sorunları ise; yüksek enerji tüketimi ve gaz emisyonlarıdır.

II.2.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Tuz depolama alanlarından toprak ve yeraltı suyuna tuz sızması,
- Salamura hazırlama ünitelerinden toprak ve yeraltı suyuna tuz sızması,
- Kimyasal, yakıt ve dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği,
- Bitişik parsellerde atmosferik cıva, partiküller, SO₂, Cl₂, HCl çökmesi nedeniyle toprak kirliliği,
- Cıva ve diyafram hücreli proseslerde toprakta dioksin ve furan (PCDD/PCDFs), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAHs) ve diğer halojenli organik bileşiklerin yol açtığı kirlenme (atmosferik kaynaklı ya da grafit elektrotların depolanması kaynaklı),
- Klor tanklarının yüklenmesinden kaynaklanabilecek klor emisyonları,
- Hurda üretimi, kullanılmış yedek parçalar vb.'nin yol açtığı toprak kirliliği,
- Tehlikeli atık depolama alanlarından olabilecek sızıntılar,
- Toprağa ulaşabilecek atıksu deşarjları.

Alınması Gereken Önlemler

- Malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton vb) kaplanmalı; boru, tesisat vb yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.
- Gerekli yerlerde Cl₂, HCl dedektörlerinin yerleştirilmelidir.
- Kostik ile klor yıkama sisteminin kurulmalıdır.

II.2.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

Aşağıda sıralanan ekipman/faaliyetlerden gürültü kaynaklanması:

- Boşaltma ve yükleme kamyonları (örneğin tuz);
- Salamuranın hazırlanması ve saflaştırılması operasyonları;

- Transformatörler ve redresörler;
- Pompalar (örneğin tuzlu su devresi, soğutma suyu);
- Motorlar;
- Kontrol valfleri;
- Fanlar (örneğin hücre odalarının havalandırması, hidrojen emisyonu);
- Kompresörler (örneğin klor, hidrojen, soğutucu madde);
- Santrifüjler (örneğin diyaframlı hücrelerde kostik buharlaştırma ünitesi);
- Soğutma sistemleri;
- Kostik evaporasyonda kullanılan santrifüjler;
- Tasarımı hatalı olan boru hatları ve diğer benzer sistemler;
- Demiryolları ve diğer taşımacılık faaliyetleri;
- Proses ekipmanının temizlenmesi (örneğin, hücrelerin mekanik olarak temizlenmesi).
- Dizel jeneratörler.

Alınması Gereken Önlemler

Aşağıda sıralanan önlemler klor-alkali üretimine özel olmayıp, tüm kimya sektörü için geçerlidir.

- Tesis gürültü yönetim planı olmalı ve uygulanmalıdır.
- Fan, motor, pompa, valf vb ekipmanlar için yeterli gürültü önleme/azaltma tedbirleri alınmalı, gerekli bakım/onarımları yapılmalıdır.
- Dizel jeneratörler için bir akustik muhafaza sağlanmalı veya bulunduğu mekan akustik olarak muamele edilmelidir.
- Dizel jeneratörler, uygun egzoz susturucusu ile donatılmalıdır.
- Aradaki mesafeler gerektirdiğinde, gürültü kaynakları ile gürültüden rahatsız olacaklar arasına koruma duvarları/dolgular vb yapılar yerleştirilmelidir.

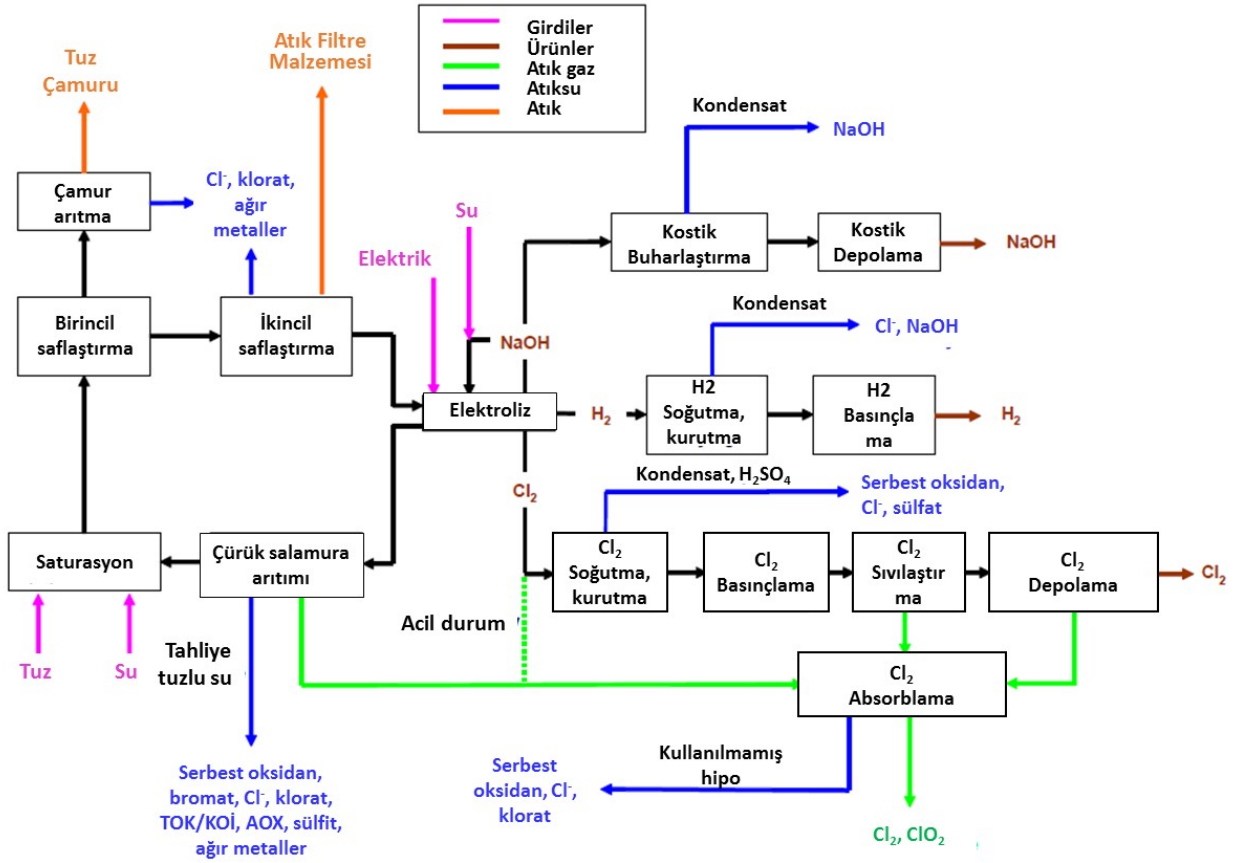
II.2.3. Hava Kalitesi

Oluşması Muhtemel Etkiler

Şekil 7'de membran hücreli prosesten kaynaklanan en önemli hava emisyonları –ile birlikte tüm emisyonlar – gösterilmektedir. Membran hücreli proseste söz konusu olan emisyonların büyük kısmı, cıva ve diyafram hücreli sistemler için de geçerlidir (cıva hücreli sistemlerde cıva, diyafram hücreli sistemlerdeki asbest emisyonları hariç) [5].

Tüm proseslerde söz konusu olan başlıca hava emisyonları aşağıda listelenmektedir:

- Salamura hazırlamadan havaya karbon dioksit ve klor salınımı (Tuzlu su asitleme tanklarından karbonat bozunmasından CO₂ yayılmaktadır. Tuzlu suda bulunan karbonat, tuzlu su devresinde kullanılan yardımcı kimyasallardan kaynaklanmaktadır).



Şekil 7. Membran hücreli proseste başlıca emisyonlar [5]

- Tuz depolama alanlarından partiküler madde salınımı,
- Elektroliz hücrelerinden klor gazı salınımı (NCl_3 , Br_2 , $\text{C}_x\text{H}_y\text{X}_z$, CO_2 , O_2 , N_2 ve H_2 gibi kirlenimler de içermektedir)
- Klor sınıflandırma prosesinden CO_2 , refrigerant ve diğer gazların (N_2 , H_2) salınımı (bu atık gaz akımı, genellikle klor absorpsiyon ünitesinde işlenir, absorplanmayan CO_2 atmosfere atılır)
- Klor absorpsiyon ünitesinden klordioksit ve –kullanıldığı durumda- karbon tetraklorür salınımı
- Klorun kurutulması ve ardından sınıflandırılması süreçlerinden sülfürik asit, ferrik sülfat, ferrik klorür ve/veya karbon tetraklorür de içeren gaz emisyonları salınımı
- Enerji eldesinden (kullanılacak yakıtla bağlı olarak değişecektir) kaynaklanan baca gazları

Aşağıdaki bölümlerde farklı hücreler uygulayan kloralkali tesisleri için söz konusu olan farklı hava emisyonları ve gaz kaçaklarına ilişkin bilgi sunulmaktadır [5].

Cıva hücreli elektroliz uygulayan kloralkali üretim tesislerinin yol açtığı en önemli çevresel etkilerden birisi havaya salınan klor emisyonlarıyla ilgilidir. Klor emisyonlarının kaynakları aşağıda gösterilmiştir [1]:

- Elektroliz hücre odalarının ortam havalandırma havası (genellikle cıva emisyonlarının ana kaynağı da budur)
- Klor gazının tanklar arası transferinde yol açılan sızıntılar
- Klor tank/silindirlerinin temizlenmesi
- Atık salamuranın gerektiği gibi yönetilmemesi
- Sınıflandırılmayan gaz hattından sızıntı

- Klor gazı kompresörünün vb cihaz arızasının yol açtığı sızıntı.

Cıva hücreli sistemlerde diğer önemli hava emisyonları ise, yan ürün hidrojenin akışı süreçlerindeki hidrojen sızıntısıdır.

Diyaframlı elektroliz hücrelerinde en temel hava emisyonu, asbest ile ilgilidir. Asbestin havaya salınımı;

- Diyaframların hazırlanması,
- Diyaframların nakliye, boşaltma ve depolanması,
- Kaza durumları,
- Tükenmiş asbestin atılması.

sırasında olur. Asbest emisyonları; aşağıda sıralanan gazlarda da tespit edilmektedir [5]:

- Kompresörden çıkan atık gaz,
- Kurutma fırından çıkan atık gaz,
- Asbest tartı odasından çıkan atık gaz.

Kloralkali tesislerinin (tüm elektroliz prosesleri için) en önemli hava emisyonu olası klor gazı kaçaklarıdır. Bu kaçaklar, ağırlıklı olarak klor gazı arıtımında söz konusu olmaktadır. Aşağıda olası kaynakları sıralanmaktadır [5]:

Membranlı elektroliz hücrelerinde, ana gaz kaçağı emisyonları; hücre odası, ürünlerin işlenmesi ve ürünlerin taşınma ve depolanması süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Başlıca emisyonlar; klor gazı, HCl ve hidrojenidir. Ayrıca; elektroliz odalarında anot bölmesinden az miktarda karbon dioksit salınmaktadır. Karbon tetraklorür yaydığı zaman GHG etkileri vardır. Arıtma için karbon tetraklorür (kuyruk gazının emilmesi, özellikle de NCl₃ emilir) ve / veya klorun sıvılaştırılması kapalı bir çevrim içinde dolaştırılır ve bu nedenle atmosfere salınma potansiyeli çok düşüktür.

Alınması Gereken Önlemler

- Klor sıvılaştırmadan çıkan atık gazların kontrolünde aşağıdaki yaklaşımlardan birisi uygulanmalıdır:
 - Klordan yararlı bir ürünün sentezi (HCl, ağartıcı, FeCl₃ üretimi),
 - Gazın alkali malzeme ile yıkanarak Cl₂'ün yok edilmesi,
 - Klordan absorpsiyon / desorpsiyon veya gelişmiş sıvılaştırma yoluyla geliştirilmiş geri kazanım.
- Diyafram hücreli sistemlerde havaya asbest salımının azaltılması için;
 - Prosedür ve talimatların tanımlanması, ayrıntılı bir eğitim ve gözetim,
 - Kuru asbest taşıma için aşağıdaki alanların sağlanması:
 - kilitli oda erişimi ile kapalı ve izole edilmiş
 - Düz ve sızdırmaz zeminler ve duvarlarla donatılmış
 - Erişim kısıtlı
 - Negatif basınç ile çalıştırılmış
 - Havalandırma havasını arıtmak için filtrelerle donatılmış
 - Temizlemeyi engelleyebilecek tıkanıklıklar ve artıklar içermeyen
 - Personelin asbest ile temasını en aza indirecek otomatik sistemler ile donatılmış
 - Asbestin uygun şekilde taşınması,
 - Gerekirse, katot kurutma fırından atık gazların bir filtre ile muamele edilmesi,
 - Hazırlanan diyaframların saklama sırasında örtülmesi.
- Enerji eldesinde kömür kullanılması halinde;

- Oluşacak uçucu külün, hava akımları ile yayılması engellenmeli ve uygun şekilde depolanmalıdır.
- Uçucu külün transferi için uygun taşıma sistemleri kullanılmalı (örn. pnömatik) veya doğrudan kapalı konteynerlere deşarj edilmelidir.
- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatları ihlal etmediği gösterilmelidir.

II.2.6. Atıklar

Kloralkali üretiminde atıkların büyük bir kısmı salamura hazırlama sürecinden kaynaklanmaktadır.

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler

Kloralkali tesislerinde oluşan katıların niteliği, uygulanan elektroliz prosesine göre değişmektedir. Cıva hücreli elektroliz sistemlerinde oluşan katı atıkların bir kısmı, aşağıda işaretlendiği üzere, cıva ile kontaminedir.

- Tuzlu su (salamura) temizleme süreçlerinde ayrılan ve kloralkali tesislerinin en önemli atıklarından olan katılar (salmura geri devir sistemi olan cıvalı tesislerde bu katılar cıva ile kontaminedir);
 - Kalsiyum ve magnezyum gideriminden kaynaklanan CaCO_3 ve Mg(OH)_2 çamuru (demir, titanyum, molibden, nikel, krom, vanadyum, tungsten hidroksitleri de içerebilir)
 - Sülfat gideriminden kaynaklanan baryum sülfat çamuru
- Kostik filtrasyonundan gelen (cıva içerebilir) katılar,
- Gaz arıtımından gelen (cıva içerebilir) bitik aktif karbon,
- Cıva hücreli sistemlerde, ayrıştırıcıdan çıkan (cıva içeren) grafit dolgu malzemesi,
- Karbon tetraklorür atığı (Elektroliz hücresinde üretilen klor gazı, tuz, su ve/veya kullanılan diğer kimyasallardan (sülfürik asit, amonyak) kaynaklanan azot nedeniyle NCl_3 içerebilir. NCl_3 , klor gazının işlenmesi sırasında sıvı klorda kalır. Giderimi için karbon tetraklorür ile muamela edilebilir. Karbon tetraklorür kullanıldığında, karbon tetraklorürün kirleticilerin (brom, FeCl_3 , klorlu hidrokarbonlar) birikimi nedeniyle periyodik olarak değiştirilmesi gerekir. Çıkan karbon tetraklorür ya yakılır ya da tehlikeli atık olarak gönderilir. NCl_3 giderimi için ultraviyole veya aktif karbon arıtması da uygulanabilmektedir) [1] [5].
- Çeşitli proses aşamalarında kullanılan ve oluşan asit ve baz çözeltiler,
- Bakım ve yenilenmeden kaynaklanan (cıva içerebilir) atıklar,
- Diyafram hücreli sistemlerde ömrünü tamamlamış asbest diyaframlar, elektroliz hücre kapakları, borular ve diğer hurdaya ayrılmış hücre parçaları,
- Membran hücreli sistemlerde bitik membranlar,
- Salamura filtrasyonundan kaynaklanan atık filtreler,
- Ekipman bakım vb süreçlerden kaynaklanan atıklar,
- Tank dibi çamuru (cıva içerebilir),
- İnşaat atıkları,
- Mutfak vb birimlerden kaynaklanan evsel atıklar,
- Atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan arıtma çamurları (Uygulanan cıva giderme prosesine bağlı olarak niteliği değişecektir. Bitik aktif karbon, bitik reçine ya da cıva sülfat çamuru üretilebilir),
- Ofis vb birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil vb atıklar,
- Makinalardan kaynaklanan atık madeni yağlar,
- Baca gazı arıtma çamurları,

- Kazanlardan kaynaklanan kül.

Bazı tesislerde cıva içeren atıklara cıva ayrıştırma işlemi uygulanmaktadır [5]. Bu işlemin uygulanması durumunda; cıva, atıklardan distilasyon ile ayrılmak ve damıtılmış cıva geri kazanılmaktadır. Bununla birlikte, cıva ile kirlenmiş atıkların hepsinin ıslahı söz konusu değildir.

Diğer prosese ya da hücre tipine özgü olmayan atıklar

Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Klor-alkali üretiminde proses dışı atıklar

Atık Kaynağı	Atık
Tamamlayıcı İşlemler	
Mineral/sentetik yağlar kullanılan işlem ya da cihazlar	Kullanılmış/atık yağ
Atıksu arıtma tesisi	Arıtma çamuru, yağ-gres
Su arıtma sistemleri	Atık reçine (iyon değiştirici), atık kimyasal çözeltileri
Baca gazı arıtma sistemleri	Arıtma çamuru, Atık havanın temizlenmesinden (ramözden) gelen yağ içerikli kondensatlar
Laboratuvarlar	Çeşitli kimyasal atıklar
Su soğutma sistemleri	Çamur
Fosil yakıt kullanan enerji sistemleri	Kül, yağ-gres
Diğer	
Tesis ve ofisler	Atık floresan ve piller, atık kablolar, atık cam, elektronik parçalar
Mutfak	Evsel katı atık
Tesis	Ambalaj atıkları
Atölye vb işletmeler	Atık yağ, atık boru vb malzeme, yağlan kirlenmiş giysiler, elektronik parçalar,

Alınacak Önlemler

- Özellikle cıva hücreli proseslerde kapsamlı bir atık yönetim planının uygulanması;
- Atıkların cıva içeriğinin azaltılmasına yönelik olarak;
 - Ayrıntılı servis rutinleri, personel eğitimi, cıvanın birikebileceği tüm ekipmanların temizlenmesi, yüksek performanslı izleme sistemlerinin kullanılması vb tedbirleri içeren bir yönetim planının uygulanması;
 - Uygun hücre odası tasarımı;
 - Zeminin geçirimsiz olması;
 - Dökülmelerin kolayca tespit edilmesi için iyi aydınlatılmış olması;
 - Zeminde cıva emen ve/veya döküntülerin temizlenmesini engelleyebilecek tıkanıklık ya da artıkların bulunmaması;
 - Atıksu arıtma sistemine bağlı olması;
 - Cıva kaçaklarını sürekli tespit eden dedektörler donatılmış olması.
 - Cıva yönetiminde;
 - Cıva içeren konteynerlerin kapalı muhafazası;
 - Cıva döküntülerinin aktif karbon filtreleri ile donatılmış elektrikli süpürgeler kullanılarak derhal giderilmesi;
 - Zeminin günlük temizliği (cıva mikro damlacıklarının potansiyel oluşumu nedeniyle yüksek basınçlı yıkamanın önlenmesi);
 - Hücre açma sıklığını azaltmak için:
 - Yüksek saflıkta tuz kullanımı;
 - İyi cıva akımı dağıtımının sağlanması;
 - Cıva basıncının ve akışının izlenmesi;

- Hücrelerdeki cıva miktarının optimizasyonu;
- Anotların farklı hücre kesimlerinde düzgün ayarlanması;
- Hücre bileşenlerinin bilgisayarlı sistem ile izlenmesi;
- Grafit elektrotları rejenerasyonunun mümkünse, örneğin sodyum molibdat, ferrik sülfat veya kobalt ile işleme tabi tutarak, gerçekleştirilmesi;
- Bakım ve onarım işlemleri sırasında cıva buharlaşmasını azaltmak tedbir alınması;
- Boru sonu tekniklerin uygulanması:
 - Proseslerden kaynaklanan cıvanın havalandırma, elektrikli süpürgeler, cıva damıtma ile kontrolü;
 - Hidrojenden cıva giderimi;
 - Kostik sodadan cıva giderimi.
- Salamura çamurunun stabilizasyonu (cıvanın, cıva sülfite dönüştürülmesi veya solidifikasyon yoluyla) sonrası düzenli depolanması,
- Grafit elektrotların distilasyon sonrası (cıva giderimi için) düzenli depolanması,
- Bitik aktif karbonun distilasyon sonrası (cıva giderimi için) düzenli depolanması,
- Tank dibi çamurunun –cıva içeriyorsa- distilasyonu,
- Demir/çelik/rubber vb kontamine materyalin asit ile ya da termal yıkanması
- İnşaat atıklarının (gerektiğinde tehlikeli atık olarak) depolanması.
- Asbest içeren atıkların, termal, kimyasal olarak işlem görmesi ve/veya düzenli olarak depolanması [5].

II.2.5. Atıksular

Oluşması Muhtemel Etkiler

Şekil 7'de kloralkali üretiminde başlıca atıksu deşarj noktaları gösterilmektedir. Membran hücreli proses için verilen bu şekil, diğer hücreli sistemler için de büyük oranda doğrudur. Sadece; diyafram hücreli sistemlerde genellikle tuzlu su deşarjı, cıva hücreli sistemlerde ise kostik yoğunlaştırmadan gelen kondensat deşarjı yoktur. Ayrıca, diyafram ve cıva hücreli sistemlerde genellikle ikincil salamura temizlenmesi gerçekleştirilmezken, bazı cıva ve diyafram hücreli sistemlerde birincil salamura arıtımı da yapılmaz.

Kloralkali üretiminde oluşan atıksuların pekçoğu (örneğin kondensler, harcanmış sülfürik asit ve klor soğurma ünitesinden hipoklorit) süreç içinde veya başka yerlerde kısmen veya tamamen geri kullanılabilir.

Kloralkali üretiminden kaynaklanan başlıca atıksular şunlardır:

- Salamura hazırlamada salamura filtrelerinin geri yıkanmasında kullanılan zayıf HCl çözeltisi
- Bitik salamura (cıvalı ve membran hücreli sistemler),
- Salamura devridaimli sistemlerde (cıva ve membran hücreli sistemler) tuzlu su tasfiyesi (purge);
- Elektroliz tanklarından salamura ve kostik kaçağı,
- Klor soğutması sırasında kondenserlerden gelen atıksu,
- Klor kurutmadan seyreltik sülfürik asit,
- Hidrojen soğutması sırasında kondenserlerden gelen atıksu,
- Diyafram ve membran hücreli sistemlerde kostik soda buharlaştırması sırasında kondenserlerden gelen atıksu,
- Diyafram ve membran hücreli sistemlerde kostik soda süzmek için kullanılan filtrelerin yıkanması için kullanılan ve demir hidroksit ve diğer metal hidroksitleri içeren atıksu,
- İyon değiştirici reçinelerin geri yıkama suyu,

- İyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonundan çıkan asidik ve bazik karakterli atıksu,
- Diyafram ve hücrelerde kostik buharlaştırma sırasında geri kazanılan tuzun yeniden kristalleştirilmesinden gelen atıksu,
- Klor absorpsiyon ünitesi tarafından (kullanılmazsa) üretilen ağartıcı madde,
- Ekipmanların temizlenmesinden kaynaklanan atıksu.

Cıva hücreli proseten kaynaklanan ve cıva içeren atıksular aşağıda listelenmektedir (Bu atıksuların miktarı 0,3-1,0 m³/t klor düzeyindedir):

- Proses atıksuları: Salamura blöfü, tuzlu su saflaştırmadan yıkama suları,
- Klor ve hidrojen hazırlamadan (saflaştırma) ve kostik ünitelerinden gelen kondensat ve yıkama suları,
- Salamura sızıntıları,
- Proses suyu arıtmadan gelen reçine geri yıkama suları,
- Elektroliz hücrelerinin, giriş ve çıkış ünitelerinin temizlenmesi işlemlerinden çıkan yıkama suyu,
- Elektroliz odalarından çıkan yıkama suları, zeminlerin, tankların, boruların ve sökülen aparatların temizlenmesinden kaynaklanan atıksular,
- Diğer bakım alanlarından gelen yıkama suları.

Bazı tesislerde kondensat ve yıkama suları elektroliz ünitelerine geri döndürülmektedir.

Diyafram hücreli tesislerde ise, suya yapılan en önemli emisyon asbestdir. Bir asbest diyaframının kullanım ömrünün sonunda asbest katottan yüksek basınçlı su jeti ile temizlenir. Asbest durulama suyu ile toplanır ve atılır [5].

Atıksularda bulunan kirleticiler; serbest klor, klorat, bromat, klorür, sülfat, ağır metaller, sülfat, çeşitli organik bileşikler ve halojenli organik bileşiklerdir [5].

Bununla birlikte, kloralkali tesislerinde atıksu özellikleri elektrolizde uygulanan hücre tipine, kullanılan tuzun safsızlık düzeyine ve salamura (tuzlu su) devresinin kapalı ya da açık oluşuna bağlı olarak değişmektedir. Cıva hücreli sistemler kullanıldığında, atıksular yüksek cıva içeriği ile karakterize edilmektedir. Tablo 3'de cıva hücreli bir kloralkali tesisinden ortaya çıkan atıksuların kompozisyonu verilmektedir. Görüldüğü gibi atıksuları yüksek cıva ile birlikte yüksek sodyum ve yüksek klorür ile karakterize etmektedir. Ayrıca, atıksular çeşitli ağır metalleri ve de klorlu hidrokarbonları da içermektedir. Bulunabilecek başlıca hidrokarbonlar; kloroform (CHCl₃), diklorometan (CH₂Cl₂), karbon tetraklorür (CCl₄) ve tetrakloroetilen (C₂Cl₄) olmakla birlikte diğer klorlu ve bromlu bileşikler de bulunabilmektedir. Sudaki halojenli organik bileşikler genellikle **AOX** (adsorbe edilebilir halojenli organikler) ve **EOX** (ekstrakte edilebilir halojenli organikler) bağlı olarak ölçülmektedir [5].

Tablo 3. Cıva hücreli klor alkali atıksularının tipik özellikleri [9]

Parametre	Değer	
	Örnek 1	Örnek 2
pH	8.30	8.82
Bulanıklık (NTU)	41.60	36.12
İletkenlik (mS/cm)	19.12	21.14
Hg (mg/l)	2.86	17.60
Pb (mg/l)	3.16	2.18
Cd (mg/l)	0.62	1.12
Mg (mg/l)	31.46	33.17
Ca (mg/l)	36.32	51.14
Na (mg/l)	260.85	241.56
PO ₄ (mg/l)	13.13	19.14
NO ₃ (mg/l)	17.15	21.17
NH ₄ (mg/l)	27.15	31.54
Cl (mg/l)	415.67	517.64
BOD ₅ (mg/l)	61.57	79.55
COD (mg O ₂ /l)	165.15	214.86

Proses atıksularına ek olarak, su yumuşatma tesislerinden; yıkama suları, atık tuz çözeltisi ve atık membran temizleme suları (çeşitli asit/baz ya da temizleme kimyasalları içeren) gelmektedir. Ayrıca; enerji üretim tesisi (kojenerasyon) varsa, soğutma suları ve blöfler ile boylerlerde oluşacak kondensat suları söz konusudur.

Alınacak Önlemler

- Asbest içeren atıksuların sedimantasyon ve filtrasyon ile arıtılması
- Münferit işletmelerde (tam arıtma gereken) tüm atıksuların fiziksel+kimyasal (+biyolojik) proseslerle arıtımı (atıksuyun cıva içermesi durumunda cıva giderimi uygulanmalıdır. Cıva giderimi, kimyasal çöktürme, iyon değiştirme ve/veya aktif karbon adsorpsiyonu ile gerçekleştirilebilir),
- Evsel atıksuların biyolojik proseslerle arıtımı,
- Organize sanayi bölgelerinde bulunan işletmelerde, ortak arıtmanın gerektirdiği düzeyde atıksuların ön arıtılması,
- Geri kazanılabilir atıksuların geri kazanımı ve diğer tüm atıksuların birlikte gerektiği düzeyde arıtımı,
- Atıksuların kaynağında azaltılması veya arıtılmasına yönelik MET'lerin uygulanması,
- Kazan (varsa kojenerasyon tesisi) soğutma sularının geri kullanımı

III. ALTERNATİFLER

Yatırımcı tarafından araştırılan çeşitli alternatiflerin incelenmesi ve sunulması, ÇED sürecinin önemli bir şartıdır. ÇED Yönetmeliği Ek-3'de verilen Çevresel Etki Değerlendirmesi Genel Formatı, ÇED raporlarında projenin yeri ve teknolojisi ile ilgili alternatifler hakkında bilgi verilmesini istemektedir.

III.1. Proje Yeri Alternatifleri

Alternatif proje yerleri, planlama çalışmalarının ilk aşamalarında incelenmelidir. Alternatifleri göz önüne alarak proje için doğru yer seçimi, çevresel etkileri önleme ve azaltma için en etkili stratejidir. Değerlendirilen alternatifler proje bağlamı ile ilgili ve makul olmalıdır. Atık yakma tesisi yapılması

uygun olmayan alanlar çıkarıldıktan sonra kalan alternatif sahalara birbirleriyle karşılaştırılmalıdır. Tesis yeri alternatifleri belirlenirken dikkate alınması gereken kilit hususlar ve kısıtlar, verilenlerle sınırlı olmamakla birlikte aşağıda sunulmuştur:

- Stratejik çevresel değerlendirme, çevre düzeni planı, imar planı vb. çalışmalarda verilen çevresel hedeflere uygunluk
- Yerleşim yerlerine yakınlık
- Nüfus yoğunluğu
- Saha zemini
- Saha topoğrafyası
- Sahanın hidrolojik ve hidrojeolojik durumu
- Koruma bölgelerine yakınlık
- Su kaynaklarının durumu
- Atıksu deşarjı için alıcı ortam ve durumu
- Ortak bir arıtma tesisine deşarj yapılacaksa, kanalizasyon sistemi ve durumu
- Ekonomik ve sosyo-ekonomik faktörler.

III.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri

Proses/teknoloji alternatifleri; çevresel hususları (emisyonlar, gürültü, koku ve atıklardan kaynaklanan çevresel etkilerin en aza indirgenmesi), mevcut su temini ve atıksu alımı altyapısını, gelecekte söz konusu olabilecek kapasite artışı, yatırım ve işletme maliyetleri gibi faktörleri göz önünde bulundurarak sunulmalıdır.

Aşağıda, proses/teknoloji alternatifleri ile ilgili örnekler verilmektedir:

- Alternatif su geri kazanım senaryoları
- Alternatif enerji kaynakları, maliyetler, etkileri
- Alternatif enerji tasarruf yaklaşımları
- Alternatif su kaynakları, kaliteleri, su arıtma gereksinimleri,
- Alternatif alıcı ortamlar, kaliteleri, hassas alanlar
- Alternatif arıtma prosesleri
- Alternatif çamur arıtma ve bertaraf prosesleri
- Atık ön işlem/bertaraf alternatifleri

IV. İZLEME

Klor-alkali üretim tesislerinden kaynaklanan ve yukarıda detayları verilen etkilerin en aza indirilmesi için yürütülen ÇED çalışmalarının önemli ayaklarından bir tanesi de izleme ve kontrol çalışmalarıdır.

Bu kapsamda projelerin arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapanış aşamalarında izleme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir. İzleme programları her bir projeye özgü olarak hazırlanmalı ve mümkün olduğunca ölçülebilir kriterlere (atıksu analizleri, baca gazı analizleri, arka plan gürültü ölçümü vb.) dayandırılmalıdır.

İzleme çalışmaları neticesinde meydana gelen uyumsuzluklar için iyileştirmeler yapılmalı ve uyumsuzluklar ortadan kaldırılmalıdır. Tablo 4'te yapılacak izleme çalışmalarına ilişkin detay sunulmaktadır.

Tablo 4. Klor-alkali üretim tesislerine ilişkin izleme tablosu

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
İNŞAAT DÖNEMİ			
Tarihi, kültürel ve arkeolojik varlıklar	Arazi	Gözlem	Kültür varlığına rastlanıldığında
Toz (PM ₁₀)	Alıcı Ortam	Yetkili Akredite Laboratuvarlarda analiz edilmelidir.	Yoğun toz yayıcı işlemlerde (hafriyat vb)
Evsel atıksu	Şantiye Binasından kaynaklanan atıksu	-Paket arıtma -Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi -Sızdırmaz fosseptiğe verilmesi	Sürekli
Hafriyat artığı	Şantiye alanı ve çalışma alanında (geçici depolama-yükleme-taşıma sırasında)	"Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında ilgili Belediyenin göstereceği döküm alanına nakli sağlanmalı	Sürekli
Evsel Atıklar	Çalışma alanında	Ağız kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili belediyeye teslimi sağlanmalı	Sürekli
Atık Madeni Yağlar	Bakım alanlarında, sızıntının olabileceği şantiye alanı ve çalışma alanındaki iş makinelerinin hepsinde	Gözlemsel olarak bakılacaktır. Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtlar kontrol edilecektir. Günlük olarak sızıntı, döküntü olup olmadığı kontrol edilecektir. Sızıntı ve döküntü olması durumunda kayıt tutulacak ve şantiye şefine haber verilerek sızıntı-döküntü acil müdahale planı uygulanmalıdır. Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelere bakılacaktır. Yine alınan yağ miktarları kontrol edilmelidir.	Sürekli Yıllık
Tehlikeli Atıklar	Çalışma alanında	Yağ, yakıt, boya vb. bulaşmış eldiven, üstüğü, ambalaj vb. tehlikeli atıklar ayrı	Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
		olarak biriktirilecek ve belirli periyotlarla (180 günü aşmayacak şekilde) lisanslı taşıyıcılar vasıtası ile lisanslı bertaraf tesisine gönderilmelidir. Yıllık olarak Tehlikeli Atık Beyan sistemine atık beyanı yapıldığına dair belgelerin kontrolü yapılmalıdır.	Yıllık
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik, Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)	Çalışma alanında	TAT (taşıma-ayırma-toplama) lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli
Atık Pil ve Akümülatörler	Çalışma alanında	-Atık pillerin uygun şartlarda biriktirilmesi ve lisanslı tesislere verilmelidir. -Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak akülerin, yenisini satın alınırken yetkili satıcıya iade edilmelidir.	Sürekli
Ömrünü Tamamlamış Lastikler	Çalışma alanında	Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak ÖTL'ler lisanslı kuruluşlara gönderilmelidir.	Sürekli
Gürültü	Alıcı ortamlarda	Yetkili akredite laboratuvar	Gürültünün yoğun olduğu durumlarda
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıklar, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmelidir.	Sürekli
İş Sağlığı ve Güvenliği	Çalışma alanında	Şantiyede yasal süresinde, ISG Uzmanı bulundurulacak olup "İSG Uzmanlarının Görev Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik" esasları doğrultusunda hareket edilecektir. Periyodik kontrol listeleri doldurularak 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı Yönetmeliklerin gereği kontrol edilecektir. Ayrıca Risk analizi ve Acil Durum Müdahale programına göre kontrol edilecektir. İSG kapsamında ortam ve kişisel maruziyet gürültü ölçümleri yaptırılacak gürültü derecesi sınır değerleri geçmeyecektir. Geçmesi durumunda işçilere baret, kulaklık veya kulak tıkaçları gibi uygun koruyucu araç ve gereçler verilecektir. Toz çıkışı olan işlerde çalışan işçilere, işin özelliğine ve tozun niteliğine göre uygun kişisel korunma araçları ile maskeler verilecektir.	Günlük/Haftalık/Aylık
İkaz panolarının yerinde olup olmadığı, reflektör lambalarının çalışıp çalışmadığı kontrol	Çalışma alanlarında		Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
edilecektir. Güvenlik personeli tarafından çalışma alanına görevliden başkasının girmemesi sağlanmalıdır.			
İŞLETME AŞAMASI			
Emisyon	-Şekil 7'de belirtilen hava kirlenmelerinin kontrolü doğrultusunda SKHKKY Ek-1'deki ilgili esaslar dikkate alınmalıdır. -SKHKKY Ek-5 (J) maddesi 10. Grup tesisler 2. Fıkradaki esaslar dikkate alınmalıdır.	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuvar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
Proses Kaynaklı Atıksular	- Klor-alkali tesisinin atıksuları tabi olduğu atıksu deşarj standartları (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Tablo 14.1) çerçevesinde analiz edilmelidir.	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuvar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
Evsel Nitelikli Atıksular	İdari birimlerden, tesisten, varsa lojman ve mutfaktan kaynaklanan atıksular	-Paket arıtma -Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi -Sızdırmaz fosseptiğe verilmesi	Sürekli
Evsel Nitelikli Katı Atıklar	İşletmeden, ofis ve mutfaklardan, varsa lojman vb sosyal tesislerden kaynaklanan atıklar	Ağzı kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili Belediyeye teslimi sağlanmalıdır.	Sürekli
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik, Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)	İşletme	TAT (taşıma-ayırma-toplama) Lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli
Atık Yağlar	İşletme	-Gözlemsel olarak bakılması -Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtların kontrolü -Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelerin kontrolü sağlanmalıdır.	Sürekli
Proses atıkları	İşletme	Atık Yönetimi Yönetmeliği Madde 9'da tanımlanmış yükümlülükler çerçevesinde atıkların bertarafının sağlanması ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına beyanda bulunulması temin edilmelidir.	
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıkların, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmesi sağlanmalıdır.	Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

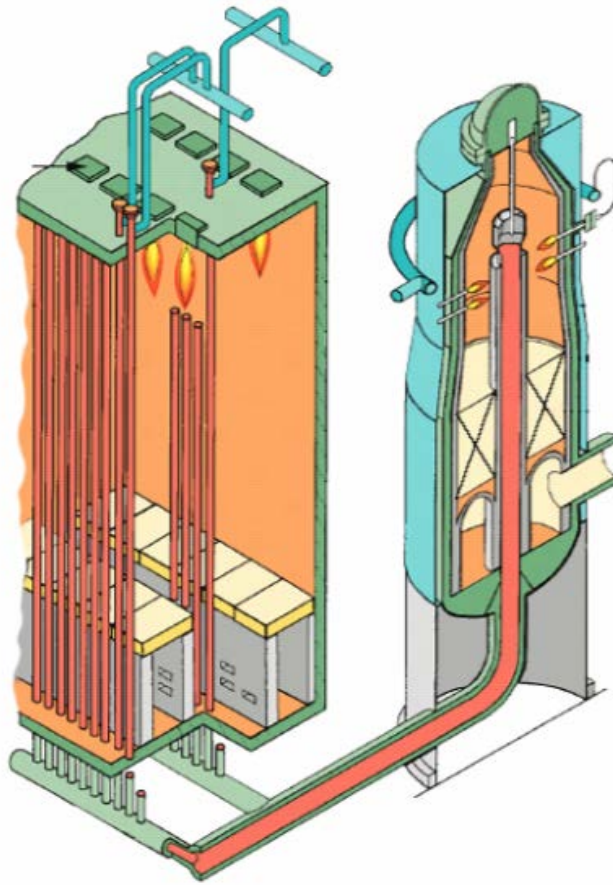
İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
Gürültü	Tesis içi / Alıcı ortam	Faaliyet sahibi / Yetkili Akredite Laboratuvar	Sürekli
İş Sağlığı ve Güvenliği	İşletme	-İSG Uzmanı/İşyeri Hekimi ataması -Risk Analizi -ADP ve Ekipleri -İş araçları/ekipmanlar periyodik kontrolleri -İSG izleme planı -Yıllık Çalışma Planı -İSG Eğitimleri -İSG Kurulu/Toplantıları -İSG Ölçümleri	Sürekli

V. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Klor-alkali sanayinde, NaCl elektrolizi ile; klor, hidrojen ve sodyum hidroksit üretilir ve birçok farklı sanayide yardımcı kimyasal olarak kullanılırlar. Proseste bazı noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Membran hücreli prosesten kaynaklanan atıksularda, proseste kullanılan tuzun bor içeriğinin yüksek olması durumunda yüksek bromat (BrO_3^-) içeriği beklenir.
- Civa hücreli prosesler artık tercih edilmemektedir.
- Tuz olarak KCl kullanılması durumunda üretilen kostik, potasyum hidroksit (KOH) olacaktır.

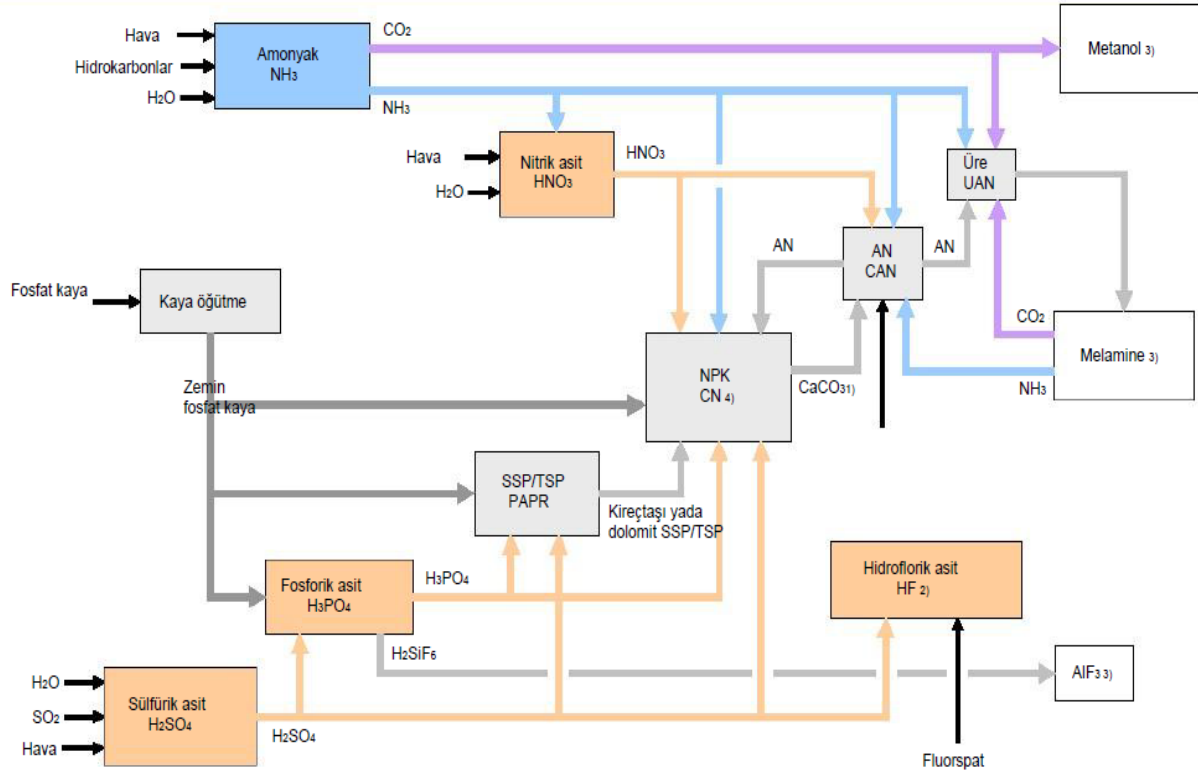
AMONYAK, ASİT ÜRETİMİ



Kaynak: [10]

I. AMONYAK, ASİT ÜRETİMİ, UYGULANAN PROSES VE YARDIMCI İŞLETMELER

Amonyak (NH_3), nitrik asit (HNO_3), sülfürik asit (H_2SO_4) ve fosforik asit (H_3PO_4) önemli endüstriyel inorganik kimyasallar olup hemen tüm kimya sanayinde kullanılmakla birlikte tipik olarak gübre üretiminde kullanılmaktadır [10]. Amonyak, gübre ve asit endüstrileri arasındaki bağlantılar Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Amonyak, gübre ve asit endüstrileri arasındaki ilişkiler [10]

- 1) Yalnızca NPK üretim ile nitro fosfat reçetesi uygulanır
- 2) Tipik olarak gübre tesislerinde üretilmez
- 3) Bu belgede tarif edilmemiştir
- 4) CN, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tür ve alternatif olarak HNO_3 'ün kireç ile nötralizasyonu sonucu üretilir (bu belgede anlatılmamıştır)

I.1. Amonyak Üretimi

Amonyak sentezi azot ve hidrojenin reaksiyonu sonucu oluşur. Bu reaksiyon için gerekli olan en iyi azot kaynağı atmosferik havadır. Hidrojen ise çeşitli ham maddelerden üretilir fakat günümüzde amonyak üretimi için gerekli olan hidrojen, fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Kullanılacak olan fosil yakıtın türüne göre amonyak üretimi için iki farklı proses mevcuttur. Bu prosesler buhar reformasyonu ve kısmi oksidasyondur. Günümüzde amonyak üretiminin %80'i buhar reformasyonu prosesi ile gerçekleştirilmektedir. Amonyak üretimi için kullanılan ham maddeler ve uygulanan prosesler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Amonyak üretiminde kullanılan ham maddeler ve uygulanan prosesler [10]

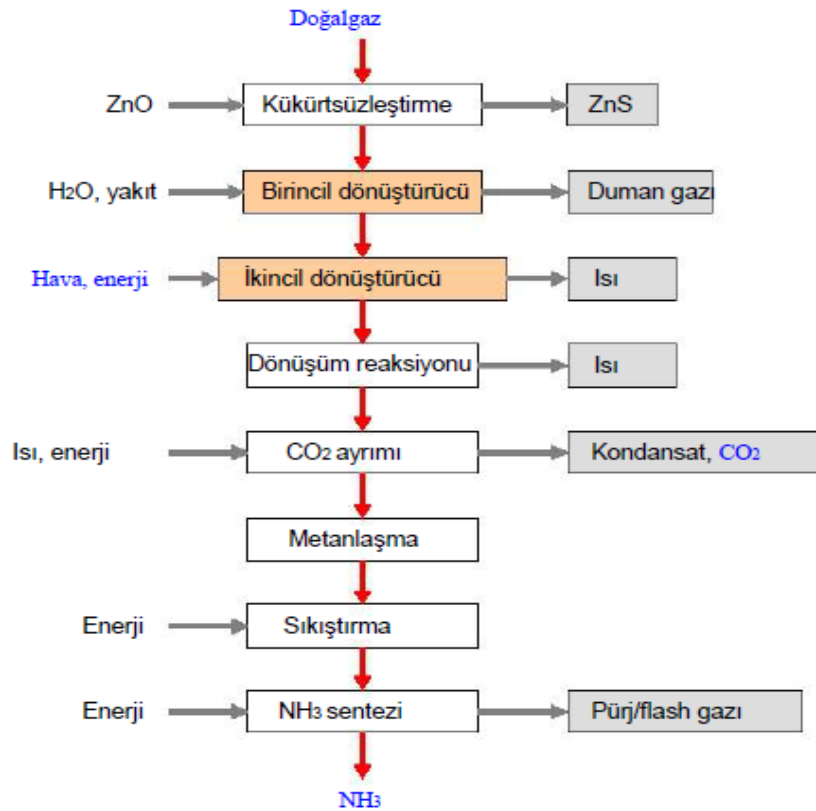
Ham madde	Proses	Dünya Kapasitesinin yüzdesi (%)
Doğal gaz	Buhar reformasyonu	77
Nafta, LPG, rafineri gazı	Buhar reformasyonu	6

Ağır hidrokarbon fraksiyonları	Kısmi oksidasyon	3
Kok kömürü, kömür	Kısmi oksidasyon	13,5
Su	Su elektrolizi	0,5

Aşağıdaki bölümlerde amonyak üretiminde uygulanan bu iki ana proses ve yaygın olarak kullanılan tamamlayıcı prosesler özetlenmektedir.

I.1.1. Buhar Reformasyonu Yöntemi

Amonyak sentezi için uygulanan buhar reformasyonu işlemi desülfürizasyon, birincil reformasyon, ikincil reformasyon, dönüşüm reaksiyonu, CO₂ uzaklaştırma, metanlaşma, sıkıştırma ve NH₃ sentezi olmak üzere sekiz alt prosesden oluşmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Buhar Reformasyonu Yöntemi ile Amonyak Üretimi [10]

Desülfürizasyon

Desülfürizasyon işleminin amacı ham madde olarak kullanılan doğal gazın sülfür içeriğini azaltmaktır. Buhar reformasyonu prosesinde kullanılan katalizör, sülfür bileşiklerine karşı oldukça hassastır. Bu nedenle desülfürizasyon işlemi ile sülfür konsantrasyonu 0.15 mg/Nm³'in altında olan konsantrasyon değerlerine düşürülür. Bunu gerçekleştirmek için besleme gazı ön ısıtma işleminden geçirilerek sıcaklığı 350-400°C'ye kadar çıkartılır. Daha sonra sülfür bileşikleri, kobalt molibden katalizörü kullanılarak H₂S'e hidrojenize edilir. Oluşan H₂S, pelet haline getirilmiş çinko oksit üzerine absorbe edilir.

Birincil Reformasyon

Birincil reformasyon işleminde, buhar reformasyonu yöntemindeki hidrokarbonun yaklaşık olarak %60 oranında dönüşümü gerçekleşir. Desülfürizasyon işleminden çıkan gaz, buhar ile karıştırılır. Oluşan karışımın sıcaklığı 400-600 C⁰'ye kadar çıkartılır ve karışım birincil dönüştürücüye giriş yapar. Birincil

dönüştürücü katalizörle doldurulmuş tüplerden oluşmaktadır [10]. Yağın yakılmasıyla çalıştırılan birincil dönüştürücü tüplerinin içindeki katalizör nikel bazlıdır. Bu tüplerin içinde, metan gazının (CH_4) yaklaşık olarak %70'i hidrojen ve karbondioksit'e dönüştürülür. Bir kısmı ise karbonmonoksit (CO) gazına çevrilir. Burada üretilen proses gazı ikincil dönüştürücüye gönderilir [11]. Birincil reformasyon için gerekli olan ısı katalizör döşenmiş tüplerin bulunduğu radyant ocaklarında doğal gaz ya da diğer yakıtların yakılması sonucu elde edilir. Isının yarısı dönüşüm reaksiyonları için kullanılır. Kalan kısmı ise duman gazı içerisinde kalır ve proses buharlarını ön ısıtma işleminden geçirmek için dönüştürücünün konveksiyon bölümünde kullanılır [10].

İkincil Reformasyon

İkincil reformasyonun temel amacı sentez gazı üretimi için gerekli olan azotu sağlamak ve hidrokarbon dönüşümünü tamamlamaktır. Birincil dönüştürücüden çıkan gaz, sıcaklığı ön ısıtma ile yaklaşık olarak $500^{\circ}C$ 'ye çıkartılmış olan sıkıştırılmış hava ile karıştırılır. Hidrojen-azot mol oranı 3:1 olan sentez gazını elde etmek için yeterli miktarda hava eklenir. İkincil dönüştürücüden çıkan gaz, atık ısı kazanında $360^{\circ}C$ 'ye soğutulur [11].

Dönüşüm Reaksiyonu

İkincil reformasyondan çıkan proses gazı %12-15 CO gazı (kuru gaz) içerir. CO gazının büyük çoğunluğu dönüşüm reaksiyonu ile CO_2 ve H_2 'ye çevrilir. Bu reaksiyon, ara ısı alma ile birlikte iki aşamada gerçekleşir. İlk aşamada proses gazı, demir oksit/krom oksit katalizör yatağından geçirilir ($350-380^{\circ}C$ 'de). İkinci aşamada ise bakır oksit/çinko oksit katalizöründen geçirilmektedir ($200-220^{\circ}C$ 'de). Bu işlemler sonucunda proses gazının içinde %0.2-0.4 CO gazı kalmaktadır. Dönüşüm reaktöründen çıkan gaz soğutulur ve fazla buharın büyük bir kısmı yoğunlaştırılıp sistemden uzaklaştırılır. Sonrasında proses gazı, CO_2 uzaklaştırma sisteminden geçer. Yoğunlaştırma işlemi sonucu açığa çıkan kondensat suyu 1500-2000 ppm aralığında amonyak ve 800-1200 ppm aralığında metanol içerir. Kondensat suyundaki amonyak ve metanol prosese geri dönüştürülebilir. Soğutma ve yoğunlaşma işlemi sırasında salınan ısı farklı amaçlar için kullanılabilir. Üretilen bu ısının kullanılabilmesi için işlemler; CO_2 yıkama çözültisinin tekrar üretilmesi, kazanın besleme suyunun tekrar ısıtılması ve soğurma soğutması ünitesinin çalıştırmasıdır.

Karbondioksit Uzaklaştırma

Bu aşamada sırasında dönüşüm reaksiyonunda üretilen gazdaki CO_2 uzaklaştırılır. Bu işlem kimyasal ya da fiziksel absorpsiyon yöntemi ile gerçekleştirilir.

Metanlaşma

Sentez gazının içinde kalan az miktarda CO ve CO_2 gazları, amonyak sentezi katalizörünü zehirleyebilir. Bu nedenle bu gazlar metanlaştırıcı içerisinde hidrojenlenme yöntemi ile CH_4 'e dönüştürülerek uzaklaştırılmalıdır. Bu reaksiyon $300^{\circ}C$ 'de nikel bazlı katalizör ile doldurulmuş reaktör içerisinde gerçekleştirilir. Reaksiyon sonucunda açığa çıkan su dönüştürücüye girmeden önce uzaklaştırılmalıdır. Soğutma işlemi ve sonrasında yoğunlaştırma işlemi uygulanarak bu su uzaklaştırılır.

Sıkıştırma

Bir çok amonyak üretim tesisinde sentez gazının basıncını istenilen seviyeye getirebilmek için santrifüj kompresörleri kullanılır. Gaz ilk kompresörden çıktıktan sonra H_2O , CO , CO_2 gibi son kalıntılar moleküler elek kullanılarak sentez gazından uzaklaştırılır. Bu kompresörler genellikle buhar türbinleri tarafından çalıştırılır ve fazla proses ısısından üretilen buhar kompresörlerde kullanılır. Sıkıştırma işlemi sırasında az bir miktar kondensat suyu, sentez gazından ayrıştırılır. Mekanik ekipmanların makine

yağı, kondensat suyunu kirletebilir. Kondensat suyundaki yağ kirliliği, yağ/su ayırıcılarıyla uzaklaştırılabilir.

Amonyak (NH₃) Sentezi

Amonyak sentezi 100-250 bar basınç altında ve 350-550°C sıcaklık aralığında demir katalizör üzerinde gerçekleştirilir. Sentez gazının katalizör üzerinden her bir geçirilişinde gazın sadece %20-30'u amonyağa dönüştürülür. Reaksiyona girmeyen gaz, oluşan amonyak uzaklaştırıldıktan sonra geri dönüştürülür. Ekzotermik sentez reaksiyonu gerçekleştiğinde, reaksiyon daha yüksek basınç ve daha düşük sıcaklığa ihtiyaç duyar. Bu nedenle katalizörün sıcaklığı kontrol edilmelidir. Katalizörü birkaç tabakaya bölme işlemi sıcaklığı kontrol etmek için kullanılan tekniklerden biridir. Bu teknikte gaz, doğrudan soğutulmuş sentez gazı eklenerek ya da dolaylı olarak buhar üretimi ile katmanlar arasında soğutulur [10].

I.1.2. Kısmi Oksidasyon

Kısmi oksidasyon yöntemi artık yağ ve kömür gibi ağır ham maddelerin gazlaştırılması için kullanılan bir prodestir. Bu proses bir çok farklı çeşit hidrokarbon ham maddesi için kullanılabilir. Kısmi oksidasyon yöntemi hava ayırma, ağır hidrokarbonların gazlaştırılması, is (kurum) uzaklaştırma, kömürün gazlaştırılması, sülfür uzaklaştırma, dönüşüm reaksiyonu, CO₂ uzaklaştırma, sıvı azot yıkama, sıkıştırma ve amonyak sentezi alt proseslerinden oluşur (Şekil 10).

Hava Ayırma

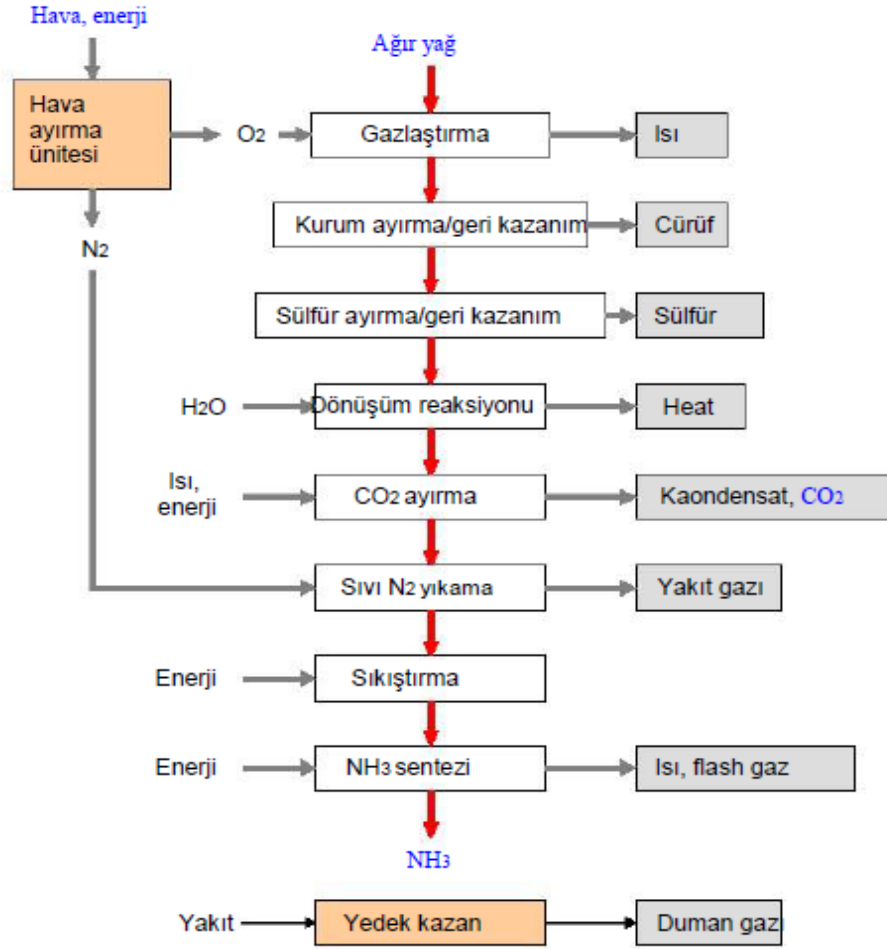
Kısmi oksidasyon işlemi için gerekli olan oksijen hava ayırma tesislerinde üretilir. Aynı zamanda bu işlem amonyak sentez reaksiyonu kimyasal oran ihtiyacı için ve sentez gazının arıtılması amacıyla uygulanan sıvı azot yıkama işlemi için saf azot sağlar.

Ağır Hidrokarbonların Gazlaştırılması

Gazlaştırıcı, ısıya dayanıklı alümina tuğlalar ile kaplanmış boş basınçlı kaptan oluşur. Hidrokarbonlar, oksijen ve buhar ağızlık boyunca gazlaştırıcıya giriş yapar. Burada 80 bara kadar basınç altında katalizörsüz tepkime gerçekleştirilerek karbonmonoksit ve hidrojen üretilir. CO ve H₂ dışında, kullanılan ham maddenin kalitesine bağlı olarak reaksiyon gazı yaklaşık %2 CH₄ ve %0,5 kurum (is) içerir. Kurum içeren sıcak reaksiyon gazı su verme yöntemiyle ya da atık ısıtma kazanı kullanılarak soğutulur. Karbon, dolgu kule içerisinde sulu yıkama işlemi ile uzaklaştırılır.

Kurum (İs) Uzaklaştırma

Gazlaştırma işlemi sonucu açığa çıkan kurum farklı yöntemler kullanılarak ger kazanılabilir ve geri dönüştürülebilir. Nafta ile uzaklaştırma bu yöntemlerden biridir. Sudan ayrılma işlemi gerçekleştirildikten sonra, kurum-nafta süspansiyonu hidrokarbon ham maddesi ile karıştırılır ve damıtma kolonuna doldurulur. Kolona doldurulan nafta özütleme bölümünde geri dönüştürülür. Oluşan karbon/ağır hidrokarbon karışımı kısmi oksidasyon reaksiyonuna geri dönüştürülür. Kurumu ayırmak için kullanılan bir diğer yol ise hafif gaz yağı kullanarak karbon çakılları formunda kurum uzaklaştırmadır.



Şekil 10. Kısmi Oksidasyon Yöntemi ile Amonyak Üretim Prosesleri [10]

Kömürün Gazlaştırılması

Amonyak üretimi için yaygın olarak kullanılan iki tür kömür gazlaştırma yöntemi kullanılır. Bunlar "sürüklenen akış gazlaştırma" ve "hareketli yatak gazlaştırma"dır. Bu işlemler için uygulanan basınç değerleri 30 bar ve 80 bar arasındadır. Sürüklenen akış gazlaştırma yöntemi temelde ağır hidrokarbonların kısmi oksidasyonu işlemi olarak tanımlanır ve boş bir basınç kabında gerçekleşir. Kilit bunkerleri ve döner besleme kullanılarak kuru toz halinde olan kömür ile gaz jeneratörü beslemesi yapılır. Bu işlem konsantre edilmiş su/kömür çamuru ile pistonlu pompa yardımıyla da gerçekleştirilebilir. Sürüklenen akış gazlaştırma yönteminde tepkime sıcaklığı yaklaşık olarak 1500°C civarındadır. Reaksiyon gazı düşük seviyede (%0,4) CH₄, orta seviyede CO₂ ve 1'den büyük CO:H₂ oranına sahiptir. Sürüklenen kömür tozunun reaksiyon gazından ayrılması işlemi, hidrokarbonların gazlaştırılması ile gerçekleşen karbon uzaklaştırma işlemine çok benzemektedir.

Hareketli yatak gazlaştırma yönteminde ise kaba taneli kömür, gazlaştırıcının üst kısmından kilit bunkerleri yardımıyla giriş yapar ve kömür yatağının yüzey kesitinin üzerine eşit bir şekilde dağılır. Kül delikli döner ızgara kullanılarak gazlaştırıcının alt kısmından uzaklaştırılır. Sürüklenen akış gazlaştırma ile kıyaslandığında, bu yöntemde reaksiyon gazı daha düşük miktarda CO:H₂ oranı ve daha yüksek miktarda CH₄ ve CO₂ miktarına sahiptir. Hareketli yatak gazlaştırma yönteminde reaksiyon sıcaklığı yaklaşık olarak yatağın alt kısımlarında 1000°C, yatağın üst kısımlarında ise 600°C civarındadır. Bu yöntemde sürüklenen akış gazlaştırma yöntemine göre gazlaştırma sıcaklığı daha düşüktür. Bu nedenle hareketli yatak gazlaştırma yönteminde reaksiyon gazı daha fazla kirlilik içerir. Kirliliğe neden olan katran, fenol, hidrokarbon gibi bazı maddeler gaz kondensat suyundan geri kazanılır. Aynı

zamanda gaz, takip eden proses aşamalarına (sülfür uzaklaştırma gibi) giriş yapmadan önce soğurucu ön-temizleme işleminden geçirilmelidir [10].

Sülfür Uzaklaştırma

Besleme gazından gelen sülfür, reaksiyon gazında H₂S olarak bulunur. Reaksiyon gazı, reaksiyon şekline bağlı olarak atık ısı geri kazanımı yoluyla ekstra soğutma işleminden geçirilir ve çözücü kullanılarak gaz yıkama işlemi uygulanır. Daha sonra bu gaz Claus Prosesinden geçer [10]. Claus Prosesi H₂S ve oksijeni tepkimeye sokarak sülfür üretme işlemidir [12]. Bu işlem sırasında H₂S alumina katalizörü kullanılarak hava ile yakılır ve element sülfür elde edilir. Claus işlemi sırasında çıkan SO₂ emisyonunu engellemek için azaltma (abatement) sistemi kullanılmalıdır.

Alternatif olarak, reaksiyon gazı ön sülfür uzaklaştırma işlemi yapılmadan doğrudan dönüşüm reaksiyonuna da gönderilebilir. Bu durumda H₂S, dönüşüm reaksiyonundan sonra açığa çıkan CO₂ ile birlikte uzaklaştırma işleminden geçer.

Dönüşüm Reaksiyonu

Gazlaştırma işleminin tasarımına bağlı olarak (atık ısı kazanı vb.), dönüşüm reaksiyonundan önce doyurma ya da doğrudan püskürtme yöntemi ile sisteme ekstra buhar ilavesi yapılmalıdır. Dönüşüm reaksiyonu, ısı uzaklaştırma işlemi yapılarak demir-krom oksit katalizörleri üzerinde aşamalı olarak gerçekleşir. Demir-krom oksit katalizörü yerine kobalt-molibden katalizörü kullanılırsa dönüşüm reaksiyonundan önce sülfür giderme işlemine gerek kalmaz. Sülfür uzaklaştırma işlemi, karbondioksit uzaklaştırma ile birlikte dönüşüm reaksiyonu sonunda uygulanabilir. Dönüşüm reaksiyonu sonunda %2 ile %3 arasında CO gazı artık olarak kalır.

Karbondioksit Uzaklaştırma

Dönüşüm reaksiyonundan çıkan gaz soğutulur ve proses kondensat suyu uzaklaştırılır. Daha sonra gaz dondurulup, CO₂ ve H₂S'i absorbe edebilen donmuş metanol ile yıkanır. Daha sonra uygulanan sıyırma (stripping) işlemi ile metanol geri kazanılır.

Sıvı Azot Yıkama

Son saflaştırma işlemini gerçekleştirmek amacıyla, kalıntı CO, CH₄ ve argonu uzaklaştırmak için yaklaşık 185 C⁰'deki sıvı azot kullanılır. Aynı zamanda azot, sentez gazına ilave edilir. CO₂ ve H₂O kalıntıları moleküler elek adsorpsiyonu uygulanarak giriş gazından uzaklaştırılır. Elde edilen sentez gazı oldukça saf bir hale gelir. Atık gaz fraksiyonu yakıt olarak kullanılır.

Sıkıştırma, Buhar ve Enerji Sistemi

Gaz sıkıştırma işlemi için santrifüjlü kompresörler kullanılır. Bu kompresörler; havayı, gazlaştırıcı için gerekli olan oksijeni, sıvı azot yıkamada kullanılan azotu, soğutucu sistemlerinde kullanılan amonyağı ve amonyak sentezindeki geri dönüştürülen havayı sıkıştırır. Kompresörü çalıştırmak için buhar türbinleri ve elektrik enerjisi kullanılır.

Amonyak (NH₃) Sentezi

Amonyak sentezi kısmındaki işlemler, buhar reformasyonu yöntemindeki amonyak sentez işlemleri ile aynıdır. Amonyak sentezi 100-250 bar basınç altında ve 350-550⁰C sıcaklık aralığında demir katalizör üzerinde gerçekleştirilir. Sentez gazının katalizör üzerinden her bir geçirilişinde gazın sadece %20-30'u amonyağa dönüştürülür. Reaksiyona girmeyen gaz, oluşan amonyak uzaklaştırıldıktan sonra geri dönüştürülür. Ekzotermik sentez reaksiyonu gerçekleştiğinde, reaksiyon daha yüksek basınç ve daha düşük sıcaklığa ihtiyaç duyar. Bu nedenle katalizörün sıcaklığı kontrol edilmelidir. Katalizörü birkaç tabakaya bölme işlemi sıcaklığı kontrol etmek için kullanılan tekniklerden biridir. Bu teknikte gaz,

doğrudan soğutulmuş sentez gazı eklenerek ya da dolaylı olarak buhar üretimi ile katmanlar arasında soğutulur [10].

I.2. Nitrik Asit Üretimi

Nitrik asit (HNO₃), ilk ondaki sanayi kimyasallarından ve en önemli kimyasallardan biridir. Üretilen çoğu nitrik asit inorganik gübreler için kullanılır; genellikle amonyum nitrat oluşturmak için amonyokla nötrleştirilir. AN patlayıcıları ve kaprolaktam, adipik asit, dinitrotoluen veya nitrobenzen gibi kimyasalların üretiminde de nitrik asit kullanılmaktadır. Gereken kullanıma bağlı olarak zayıf ya da derişik nitrik asit üretilebilir. Zayıf asitler (% 50-65 w/w) gübre üretimi için; derişik asitler (% 99 w/w kadar) ise birçok organik reaksiyon için kullanılmaktadır. Derişik nitrik asit doğrudan ya da dolaylı olarak üretilebilir. Dolaylı olarak uygulanan proste başlangıç malzemesi olarak zayıf nitrik asit kullanırken doğrudan olan proses, zayıf nitrik asit üretimindeki prostesten oldukça farklıdır. Diğer bir tesis türü, verimliliği artırmak için çift basınçlı işleme çalışır. Eski çift basınçlı tesisler düşük/orta derece basınçlarla işletilirken daha modern olanlar orta/yüksek derece basınçlarla işletilmektedir [10].

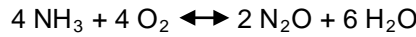
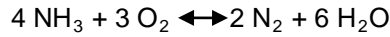
I.2.1. Zayıf Nitrik Asit Üretimi

Amonyak (NH₃) Oksidasyonu

Sıvı amonyak buharlaştırılıp filtreden geçirilir. Hava ise iki ya da üç aşamalı filtreden geçirilerek saflaştırılır ve basınçla sıkıştırılır. Oksidasyon sırasında katalizörlerin olumsuz etkilenmemesi için amonyak ve hava filtreleri tüm partikülleri mümkün olduğunca verimli bir şekilde toplamalıdır. Bu süreçte amonyak katalitik olarak yakılır. NH₃ havayla oksidasyon bölümünde reaksiyona girer. Bu reaksiyonun sonucunda nitrik oksit ve su aşağıdaki denkleme göre açığa çıkar:



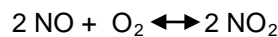
Yukarıdaki ana reaksiyondan başka ayrıca, azot oksit, azot ve su aşağıdaki denklemlere göre eş zamanlı olarak oluşur:



Nitrik oksit (NO) verimi, basınç ve sıcaklığa bağlıdır ve amonyak oksidasyonu düşük basınçta yüksek verime ulaşır. Reaksiyon katalizör mevcutken gerçekleşir. Katalizör, daha güçlü olması için yaklaşık %90 rodyum alaşımli platin ve bazen paladyum içeren tellerden oluşan dokunmuş veya örülmüş bezlerden oluşmaktadır. Sıcak reaksiyon gazının entalpisi buhar üretmek ve/veya artık gazı önceden ısıtmak için kullanılır. Daha sonra, reaksiyon gazı, suyla biraz daha soğutulur. Oksidasyon sırasında oluşan su soğutucu kondensörde yoğunlaştırılır ve absorpsiyon kolonuna gönderilir [10].

Nitrik Oksit (NO) Oksidasyonu ve Su (H₂O) Absorpsiyonu

Yakma gazları soğutulurken nitrik oksit, azot dioksite oksitlenir. Bu reaksiyon aşağıdaki denkleme göre olmaktadır:

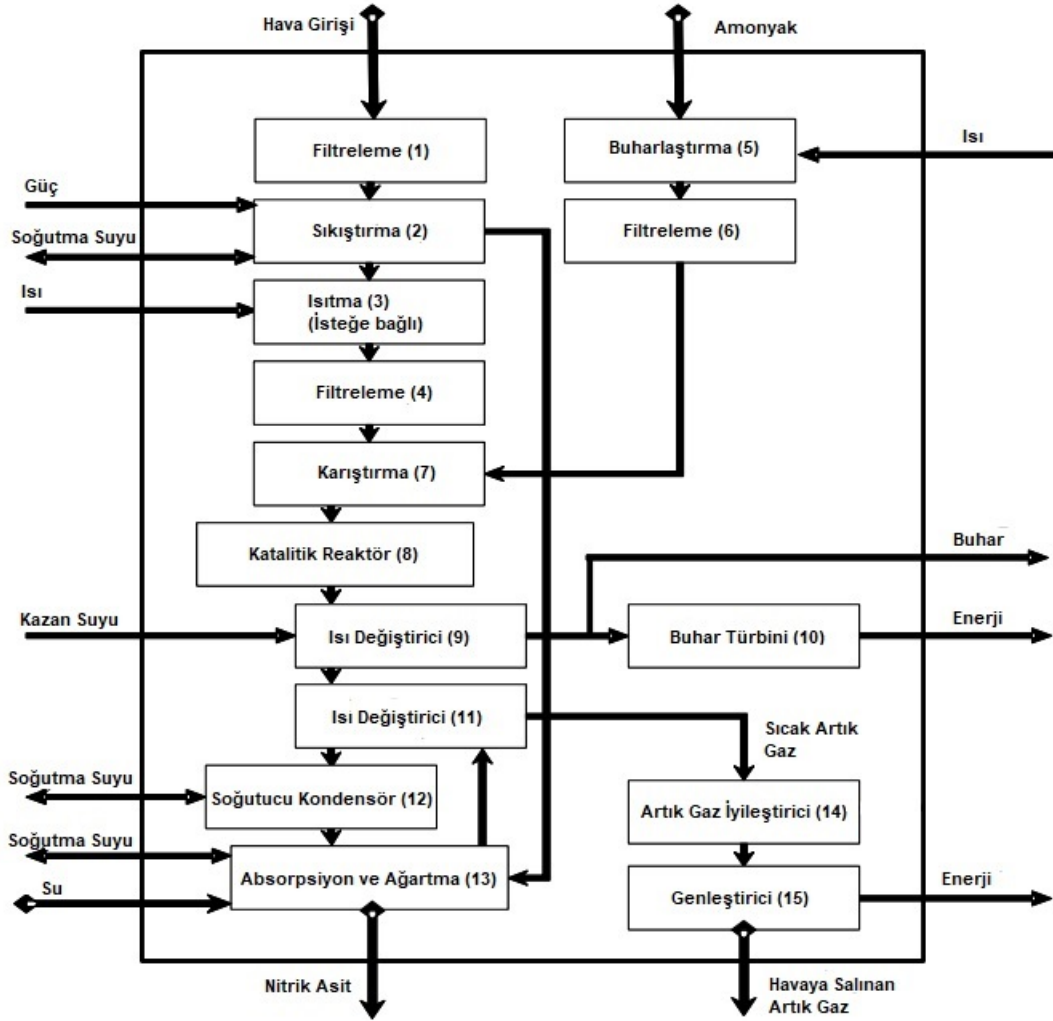


Bunun için, amonyağın oksidasyonundan elde edilen ikincil hava gaz karışımına eklenir. Demineralize edilmiş su, buhar ya da proses kondensatı, absorpsiyon kolonunun başına eklenir. Soğutucu kondensörde üretilen zayıf asit çözeltisi de absorpsiyon kolonuna eklenir. Absorpsiyon kolonunun içindeki NO₂ akan su ile karşılıklı olarak reaksiyona girer ve HNO₃ ile NO açığa çıkar:



NO oksidasyonu, azot dioksit absorpsiyonu ve NO₂'nin nitrik aside ve nitrik okside olan reaksiyonu gaz ve sıvı fazlarda eş zamanlı olarak gerçekleşir. Her iki reaksiyon basınç ve sıcaklığa bağlı olup yüksek basınç ve düşük sıcaklıkta daha verimlidir. Nitrik asit oluşumu ekzotermik bir reaksiyon olduğu için absorplayıcı da sürekli soğutma gereklidir. Üretilen nitrik asit çözünmüş NO_x içerir ve NO_xları nitrik asit çözeltisinden ayırmak için üretilen nitrik asit ikincil hava ile sıyrılır. Sıvı nitrik asit çözeltisi, absorpsiyon kolonunun altından alınır. Nitrik asit çözeltisinde absorbe edilmeyen gazlar (artık gazlar), absorpsiyon kolonunun üstünden çıkarlar ve ısı değiştiriciyle ısıtılırlar. Sıcak artık gazlar, NO_x indirgeme sistemine ve enerji kazanımı için gaz genişleticiye gönderilirler. Genleşen artık gaz (100°C üzerinde) baca yoluyla salınır [10].

Şekil 11'de amonyak yakma işlemiyle nitrik asit üretiminin proses şeması gösterilmektedir.



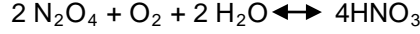
Şekil 11. Basitleştirilmiş tek basınçlı proses şeması [13]

Farklı süreçlerin temel işlemleri incelendiğinde, basınç ve sıcaklığa göre verimliliklerinde fark görülmektedir. Amonyak oksidasyonu düşük basınçta daha yüksek verimliliğe ulaşırken sudaki NO₂ absorpsiyonu yüksek basınçta daha yüksek verimliliğe ulaşır. Bu yüzden, yeni kurulan tesislerde verimliliği artırmak için çift basınçlı prosesler tercih edilmektedir. Çift basınçlı proses, tek basınçlı proses sisteminde soğutucu kondensör (12) ile absorpsiyon (13) aşamalarının arasına sıkıştırma ve ısı değiştirme aşamalarının eklenmesiyle elde edilir [14].

I.2.2. Derişik Nitrik Asit Üretimi

Doğrudan Proses

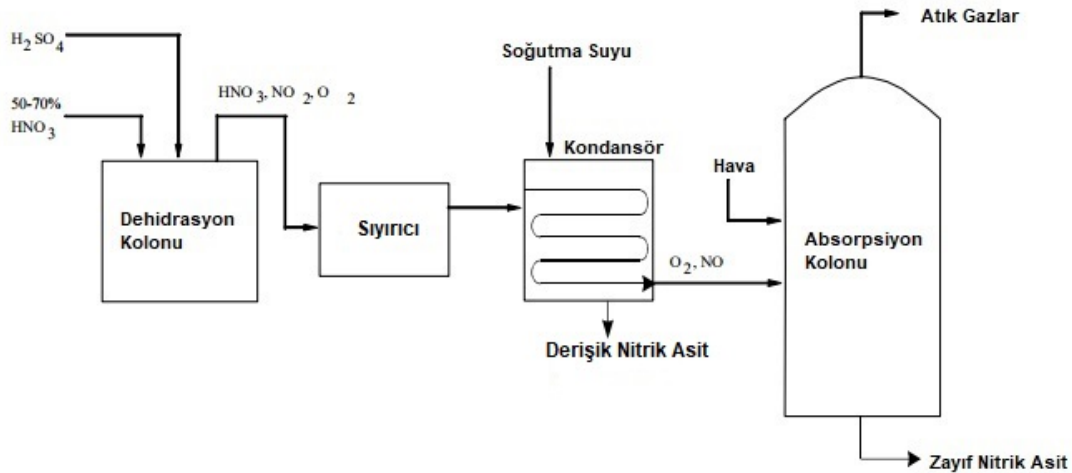
Bu proses, sıvı N_2O_4 üretimine bağlıdır. N_2O_4 , oksijen ve suyla basınç altında tepkimeye girerek nitrik asit oluşturmaktadır:



Düşük basınçta sürdürülen amonyak yakımı sırasında oluşan nitrojen oksitler tamamen NO_2 'ye oksitlenir (oksidasyon-oksidasyon sonrası). NO_2 , derişik nitrik asitle (absorpsiyon), proses kondensatıyla ve seyreltik nitrik asitle (son absorpsiyon) yıkanır. NO_2 (ya da N_2O_4) derişik asitten ayrılır ve sıvılaştırılır. Derişik nitrik asit, sıvı N_2O_4 , oksijen ve seyreltik nitrik asitten üretilir. Derişik nitrik asidin bir kısmı ürün olarak alınırken bir kısmı da absorpsiyon ve son oksidasyon süreçlerine geri gönderilir. Atık gaz son absorpsiyon adımından sonra dışarıya verilir. Derişik nitrik asit ve proses kondensatı tekrar kullanılır. Fakat proses kondensatı, derişik asit üretimi için gereken miktardan daha fazla oluşur. Bu yüzden bir kısmı atıksu sayılır [10].

Dolaylı Proses

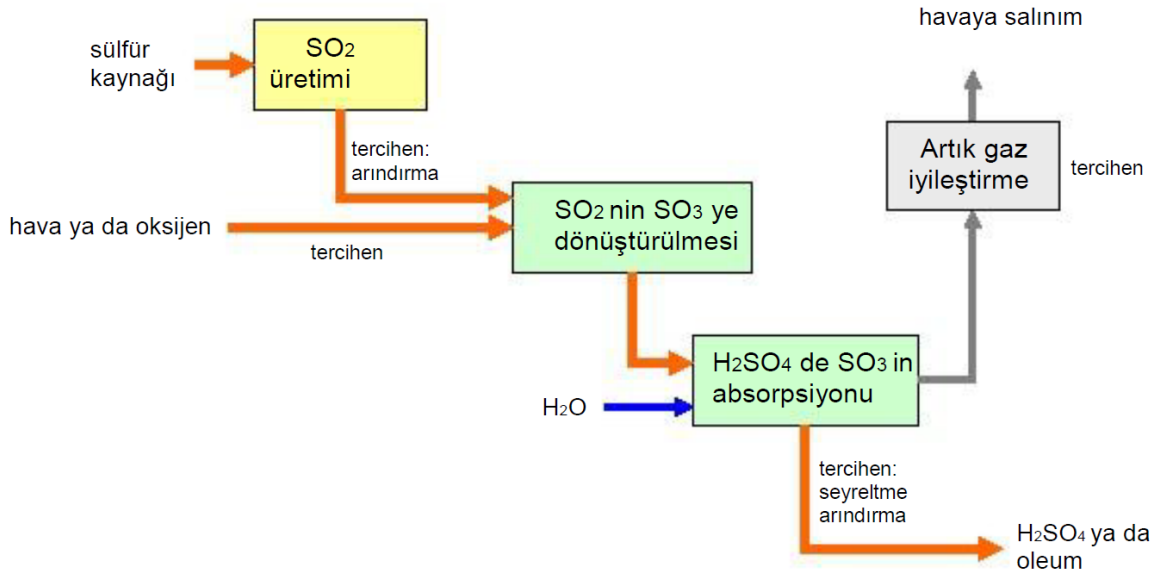
Bu proseste, derişik nitrik asit, zayıf nitrik asidin damıtılmasıyla elde edilir. Fakat, damıtma dehidre edici madde varlığında gerçekleştirilmelidir. Genellikle derişik sülfürik asit bu amaç için kullanılır. Nitrik asit konsantrasyon işlemi, dehidrasyon kolonunun üstüne derişik sülfürik asidin ve zayıf nitrik asidin atmosfer basıncında eklenmesinden oluşur. Asit karışımı yükselen buhara ters olarak aşağı doğru akar. Az miktarda NO_2 ve O_2 içeren derişik nitrik asit buharı kolonun tepesinden çıkıp sıyırma ünitesine ve karşı akım kondensöre gider. Kondensörde nitrik asit yoğunlaşır ve nitrik asitten oksijen ve NO_x yan ürünleri ayırır. Ayrışan yan ürünler absorpsiyon kolonuna gönderilir. Bu kolonda nitrik oksit havayla karışarak zayıf nitrik asit oluşturur. Reaksiyona girmeyen gazlar ise atmosfere salınır [15]. Şekil 12'de dolaylı yolla derişik nitrik asit üretiminin proses şeması gösterilmektedir.



Şekil 12. Dolaylı yolla derişik nitrik asit üretimi [15]

I.3. Sülfürik Asit Üretimi

Sülfürik asit (H_2SO_4), sülfürün yakılması ya da metal sülfitlerin kavrulması sonucunda elde edilen SO_2 'nin SO_3 'e dönüştürülmesi yoluyla üretilmektedir (Şekil 13). Bu süreci etkileyen işletme parametreleri sıcaklık, oksijen konsantrasyonu, basınç, katalizör türü ve tepkime süresidir [10].

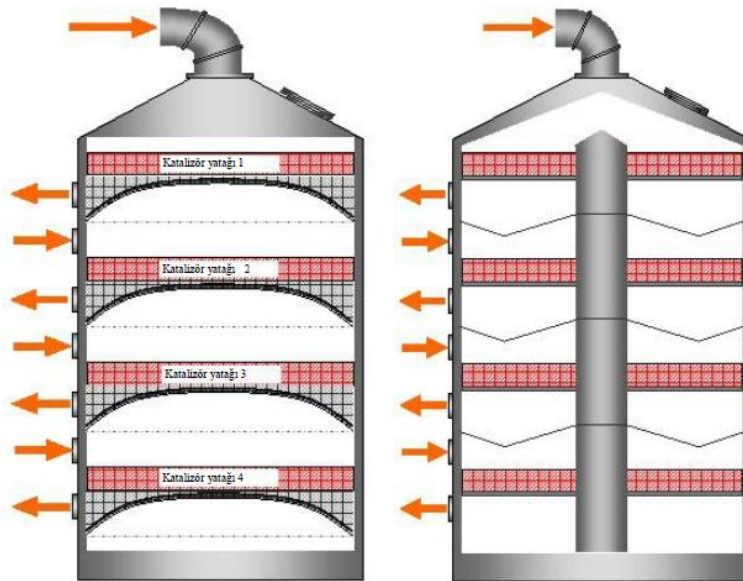


Şekil 13. H₂SO₄ Üretimi [10]

SO₂'nin SO₃'e dönüştürülmesi için kullanılan dönüştürücü (konvertör) çeşitleri:

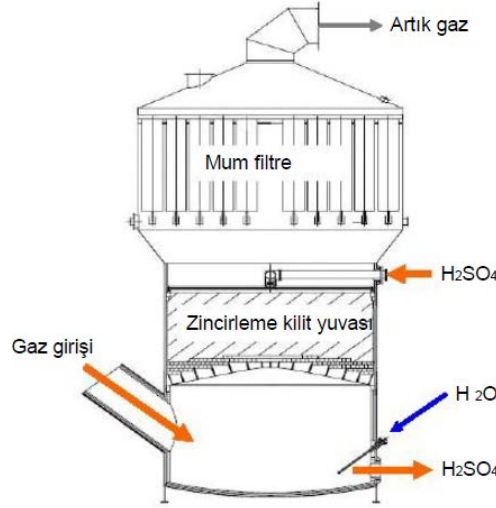
- Tuğla kemer destekli
- Dökme demir kiriş ve kolun tasarımları
- Merkezi çekirdek tüp konvertör
- Bir ya da birden fazla entegre ısı değiştiricilerin bulunduğu konvertörler (karotiyere yerleştirilmiş ya da konvertör teknesinin dış dış kabuğuna "sarılmış ısı değiştiricileriyle)

Yukarıda belirtilen ilk iki konvertör, klasik konvertörler olup, diğerleri yeni teknoloji tipleridir. Klasik konvertörlerin kabuk kısımları genellikle kazan yapımında kullanılan çelik kalitesindedir. İç tuğla döşemenin yanı sıra malzemenin paslanmasını önlemek için ek alüminyum püskürtme de kullanılır. Tuğla döşemesi, yüksek ısı kapasitesi kazandırmakla beraber, tuğla üzerindeki deliklerden proses gazının orta bölümde bulunan absorber'e geçme riski söz konusudur [10]. Yeni konvertörlerde daha uzun süre dayanıklılık sağlamak için paslanmaz çelik kullanılmaktadır. Şekil 14'de, tuğla kemer ve karot tüpü konvertörler gösterilmektedir.



Şekil 14. Tuğla kemer (solda) ve karot tüpü (sağda) konvertörler [10]

SO₂'nin SO₃'e dönüştürülmesini takiben, SO₃ absorpsiyonu yoluyla H₂SO₄ üretilir (Şekil 13 ve Şekil 15). Absorpsiyon aşamasının verimliliği, absorpsiyon sıvısının H₂SO₄ konsantrasyonu (%98.5-99.5), sıvının sıcaklığı (normal olarak 70-120 °C), asit yayım tekniği, ham gaz nemliliği (buğu, absorpsiyon malzemesine geçer), buğu filtresi, gelen gazın sıcaklığı, absorpsiyon sıvısındaki gaz buğarının eşyönlü ya da karşıt yönlü özelliklerine bağlıdır.



Şekil 15. Absorber örneği [10]

SO₃ salınımları, absorpsiyondan ayrılan gazın sıcaklığına, son absorberin yapısına ve işletilmesine, H₂SO₄ aerosolünü ayırmaya yarayan mazlemeye, su buharına bağlı olarak absorberde yukarıya doğru oluşan asit buğusuna, absorpsiyon aşamasının verimliliğine bağlıdır.

I.3.1. Sülfürik asit üretim yöntemleri

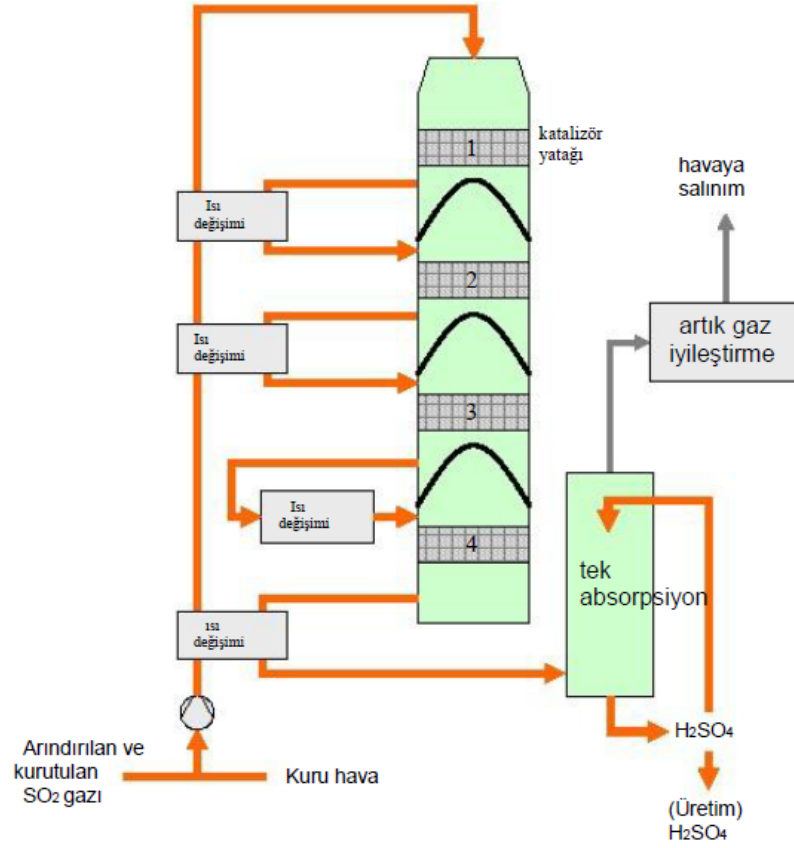
Sülfürik asit üretimi için çeşitli yöntemler mevcuttur ve bu yöntemler SO₂ üreten çok sayıda ham madde kaynağına bağımlı olup aşağıda sıralanmaktadır [10].

- tek kontak/tek absorpsiyon işlemi
- çift kontak/çift absorpsiyon işlemi
- ıslak katalizör işlemi
- kombine ıslak/kuru katalizör işlemi

ABD EPA, bu yöntemleri kullanılan ham madde bazında sınıflamaktadır. Bunlar, elemental sülfür yakan, kullanılmış sülfürik asit ve hidrojen sülfür yakan, metal sülfid cevheri yakan ve smelter gazı yakan olarak adlandırılmaktadır [16].

Tek kontak/tek absorpsiyon işlemi

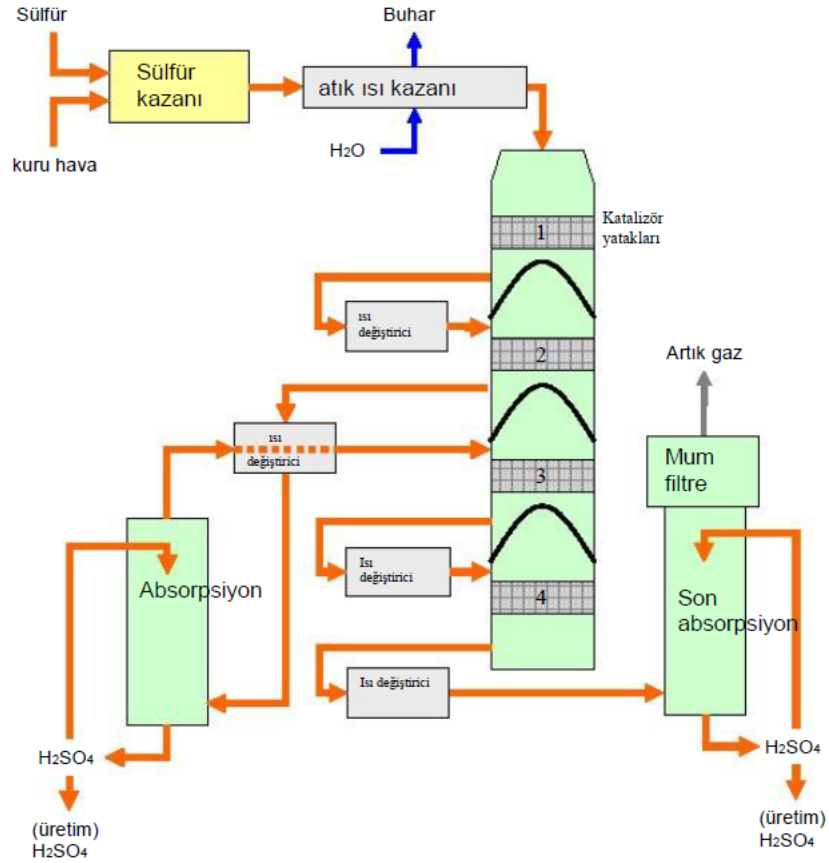
Tek kontak/tek absorpsiyon işlemi genellikle % 3-6 SO₂ içeriğine sahip gazlar için uygulanır (Şekil 16). Yeni tek kontak tesisleri SO₂ içeriğinin büyük oranda dalgalandığı giriş gazları için kurulur [10]. Arındırma ve kurutma sonrası, alkali ve V₂O₅ içeren 4 aşamalı katalizör yatağı kullanılarak SO₂, SO₃'e dönüştürülür. Sonrasında SO₃ konsantre sülfürik asit içerisinde absorbe edilir ve gerekli görülürse yukarı yönde bir oleum (H₂S₂O₇) absorberi kurulur. SO₃ absorber asidinin içinde bulunan suyla H₂SO₄ elde etmek için tepkimeye girer.



Şekil 16. Tek kontak/tek absorpsiyon işlemi [10]

Çift kontak/çift absorpsiyon işlemi

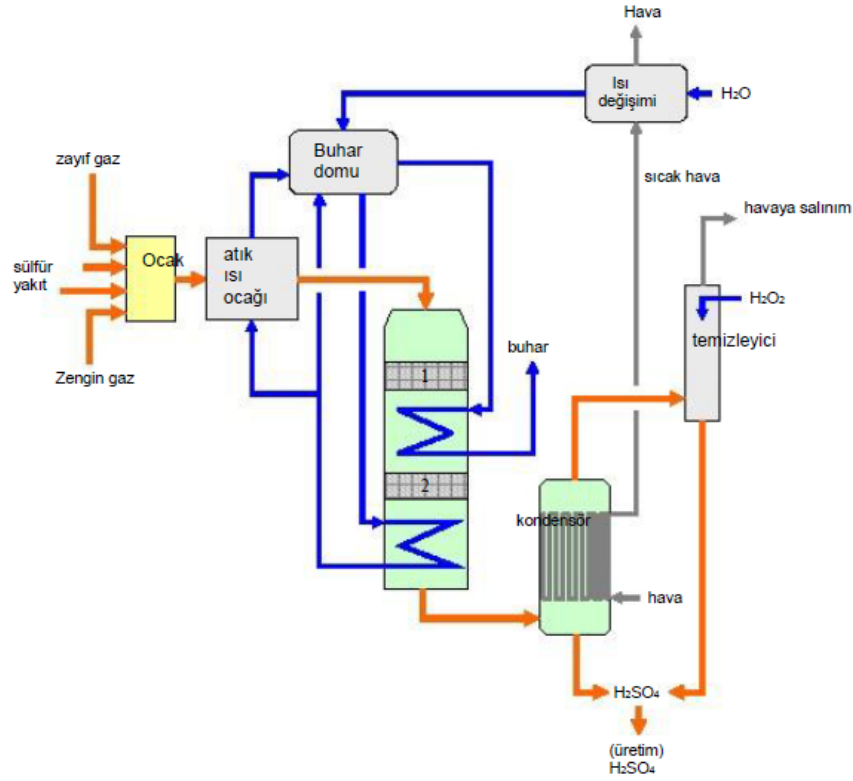
Çift kontak işleminde %85-95 oranında ilk SO₂ dönüştürme; absorbere girmeden önce konvertörün ilk katalizör aşamasında gerçekleştirilir. Isı değiştiricide gazların yaklaşık 190°C'ye kadar soğutulmasının ardından oluşturulan SO₃'nin %98.5-99.5' i sülfürik asitte absorbe edilir. Eğer gerekli görülürse oleum absorberi absorberin üst kısmına kurulabilir. SO₃ absorpsiyonu sonucunda, artık gazlar bir sonraki konvertör yatağından geçerse (bir ya da iki yatak), oldukça yüksek konversiyon oranları elde edilir. İkinci katalizör aşamasında oluşturulan SO₃ son absorberde absorbe edilir. Şekil 17'de 2+2 çift kontak çift absorpsiyon tesisinin örneği verilmektedir.



Şekil 17. 2+2 çift kontak/çift absorpsiyon işlemi örneği [10]

Islak katalizör işlemi

H₂S gazlarının yakılmasıyla ya da H₂S gazlarının katalitik konversiyonuyla ortaya çıkan ıslak SO₂ gazları ön kurutma yapılmadan doğrudan kontak kulesine girer (Şekil 18). Katalitik konversiyonda oluşturulan SO₃ bu gazların nemleriyle tepkimeye girer ve böylece H₂SO₄ oluşur. Sülfürik asit kontak kulesinden sonra kondensörde yoğunlaştırılır. Oluşturulan H₂SO₄ iki aşamada yoğunlaştırılır; yüksek dereceli venturi kondensör (%93 H₂SO₄ elde edilir) ve kondensör kulesi (%70-80 H₂SO₄ elde edilir). SO₂, SO₃'e dönüştürüldükten sonra gazlar, düşen film evaporatöründe cam borularla yoğunlaştırılır.



Şekil 18. Islak katalizör işlemi örneği [10]

Kombine ıslak/kuru katalizör işlemi

Kombine ıslak/kuru katalizör işlemi çift kontak/çift absorpsiyon işlemidir ve özellikle H_2S içeren gazların işlenmesinde kullanılır. Eğer H_2S içeriği düşükse, H_2S gazları sülfürle birlikte yakılır. Sıcaklığı yaklaşık $400^\circ C$ 'ye düşürdükten sonra, ıslak yakma gazları kontak kulesine gönderilir. Katalitik reaksiyonla oluşan SO_3 gazların nemleriyle tepkimeye girer ve sülfürik asit oluşur. Sülfürik asit ikinci ya da üçüncü katalizör yatağından sonra kurulan absorberde yoğunlaştırılır. Kalan SO_2 , kuru kontak işlemine göre daha sonra gelen katalizör yataklarında dönüştürülür. Kombine ıslak/kuru işlemde normal çift kontak tesisinde bulunan katalizör maddelerinin aynısı kullanılır. Elde edilen çevresel faydalar, ıslak SO_2 gazlarının dönüşümünün sağlanması, %99.8'e varan SO_2 konversiyon oranları ve 30 mg/Nm^3 SO_3 salınımları olarak sıralanabilir.

SCR ve ıslak katalizör kombinasyonu

Bu işlemler SNOX™ işlemleri ve Desonox işlemi olarak adlandırılır. Partiküllerin kumaş bir filtreyle ya da elektrostatik bir ayırıcıyla giderilmesinin ardından duman gazı ısı değiştiricide ısıtılır. Katalitik DeNOx sisteminde, duman gazındaki NOxlar seçicilikle amonyakla indirgenir ve nitrojen elde edilir. SO_2 konvertöründe, SO_2 , kondansörde yoğunlaştırılmış sülfürik asit olarak geri kazanılan SO_3 de katalitik olarak oksitlenir. Kondensörde önceden ısıtılan çevre havası kazan için yakma havası olarak kullanılabilir. Elde edilen çevresel faydalar, SO_2 den kaynaklanan H_2SO_4 nin artık gazlarda doğrudan üretiminin sağlanması, artık gazlardan geri kazanılan %95 oranında sülfür içeriği şeklinde sıralanabilir.

1.3.2. Sülfürik asit üretiminde kullanılan katalizörler

Sülfür dioksit oksidasyonuna yönelik katalitik işlemler için vanadyum bileşikleri, platinyum ve demir oksit teknik kullanılabilirlikle birlikte, günümüzde neredeyse sadece vanadyum pentoksit (V_2O_5) kullanılmaktadır [10] [16]. Ticari katalizörler, alkali metal sülfat destekleyicileriyle (potasyum sülfat, sezyum sülfat gibi) birlikte aktif bileşen olarak % 4-9 w/w oranda V_2O_5 içerir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan halka (ya da yıldız halka) şekilli katalizörler daha az basınç düşüşü sağlar ve toz

birikimine karşı daha dayanıklıdır. Endüstriyel anlamda klasik katalizörler için düşük sıcaklık aralığı 410-440°C ve sezyum işlenmiş katalizörler için 380-410°C'dir. En yüksek ısı aralığı 600-650°C'dir. Sıcaklık yükseldiğinde katalitik işlemde kalıcı kayıplar meydana gelir. Bir katalizörün ömrü yaklaşık 10 yıldır. İşletme ömrü, tozdan arındırmak için periyodik olarak katalizörün gözden geçirilmesi sonucunda belirlenir.

I.3.3. Sülfür kaynakları ve SO₂ üretimi

Sülfür yakma

Sülfür, Claus işlemiyle doğal gazın ya da ham petrolün kükürtsüzleştirilmesinden elde edilir. Sülfür tesise tercihen sıvı olarak gönderilir ama gerektiği durumlarda yakma öncesinde filtrelenirken katı halde (140-150°C) de olabilir. Yakma işlemi 900 ve 1500 °C arasında tek ya da iki aşamalı ünitelerde gerçekleşir. Yakma ünitesi atık ısı kazanından önce gelen yakma odasından oluşur. Yakma gazındaki SO₂ içeriği 18 % v/v civarında olup O₂ içeriği azdır (>% 3). Konversiyon işlemine tabi tutulacak giriş gazı %7-13 SO₂ içerir, gerekli görüldüğünde havayla inceltilir.

Harcanan asitlerin yeniden üretilmesi

Harcanan asitler H₂SO₄ ya da oleumun katalizör (alkilleme, nitrasyon, sülfünasyon) olarak kullanılmasıyla ya da suyu temizlemek, kurutmak ya da ortadan kaldırmak için H₂SO₄'in kullanılmasıyla ortaya çıkar.

Harcanan sülfürik asitlerin sülfür dikositte termal çözünmesi ile ilgili işlemler oksitleyici koşullar altında bir haznede ve 1000°C'de gerçekleşir. Harcanan asitler iyi bir termal çözünme sağlamak için küçük damlacıklara atomize edilir. İşlem için gerekli enerji sıcak duman gazının enjekte edilmesiyle sağlanır. Bu sırada, organik bileşenler kısmi olarak koka indirgenir ancak indirgeyici koşullar sebebiyle CO ve VOCs gibi artık gazlara dönüşür. Mg, Fe, Pb gibi inorganik malzemeler ve ağır metal bileşenleri kok içinde kalır. Artık gazlar 1100-1300°C arasında yeterli kalış süresi içerisinde işlenir. Yakma gazları içerisindeki SO₂ içeriği harcanan asitlerin bileşenlerine (su ve organik içerikler) bağlıdır ve %2-15 arasında değişmektedir. SO₂ içeriğini ayarlamak ve değişiklikleri en aza indirmek amacıyla sülfür besleme yapılır. Yakma gazlarından çıkan enerjinin çoğu atık ısı kazanında buhar olarak geri kazanılır. Artık gazlar akışa dayalı olarak temizlenir, buğuları çözülür, kurutulur ve konvertöre geçmeden önce tekrar ısıtılır. Diğer bir seçenek ise sıvı SO₂ ya da sodyum bisülfatın sülfürik asit tesisinin yan ürünü olarak üretilmesidir.

Pirit kavurma

Pirit kavurma işlemlerinde akışkan yataklı fırınlar tercih edilir. SO₂ gazı elde etmek için piriti kavururken demir oksit ve enerji gibi iki yan ürün ortaya çıkar. Bir tonluk asit için 0.5 ton pirit gerekir. Piritin heterojen özelliğine bağlı olarak gazlardaki SO₂ içeriği zamanla değişebilir (% 6-14).

Gazlar, siklon, torba filtre, yıkayıcılar (scrubbers) ve elektrostatik ayırıcılar gibi üç ya da dört aşamalı temizlik işleminden geçirilir. Temizleme işleminden sonra çıkan atıksu tahliye edilmeden önce arıtılır. Temiz gaz % 6-10 oranında havayla temizlenir ve dönüştürme işlemine girmeden önce kurutulur.

TiO₂ üretiminden kaynaklanan harcanmış asitler ve metal sülfatların kavrulması

TiO₂ üretiminden kaynaklanan harcanmış asitler sonraki H₂SO₄ tesisinden çıkan ısının kullanılmasıyla, vakum ve ısıtma işlemi gerçekleştirilerek yeniden yoğunlaştırılır. Konsantre H₂SO₄, TiO₂ üretimi için geri dönüştürüldüğünde, çöktürülmüş metal sülfatlar çözünür. Demir sülfat gibi sülfatların çözünmesi, yakıtı telafi edecek sülfür, pirit, kok, plastik, zift, linyit, taş kömürü ya da petrol eklenerek 700°C'nin üzerinde çok tabanlı fırınlarda, döner fırınlarda ya da akışkan yataklı fırınlarda

gerçekleştirilir. Elde edilen gazların SO₂ içerikleri yakıtın çeşidine bağlıdır; temizleme ve durulama sonrası SO₂ içeriği yaklaşık %6'dır.

Heptahidrat, püskürtmeli kurutucularda ya da akışkan yataklı kurutucularda duman gazlarıyla birinci aşamada 130-200°C'de kurutulur. İkinci aşamada malzeme yaklaşık 900°C de çözünür. Bu işlemde çıkan gazlar yaklaşık %7 v/v SO₂ içerir. Fırından çıkan gaz atık ısıtma kazanında 350-400°C'ye kadar ısıtılır ve sonrasında gaz temizleme işleminden geçirilerek sülfürik asit tesislerinde besleme aracı olarak kullanılır.

Demirsiz metal üretimi

Cu, Zn ya da Pb gibi metaller elde etmek için yapılan kavurma, eritme, cevher sinterleme gibi metalürjik işlemler sırasında üretilen SO₂ içerikli gazlardan H₂SO₄ üretilir. Demirsiz metal eritme, H₂SO₄ üretiminin %39'una karşılık gelir.

Diğer ham gaz kaynakları

Sülfür içeren birçok gaz H₂SO₄ üretmek için doğrudan ya da belirli işlemlerden geçtikten sonra kullanılabilir. Bunlar:

- H₂S ve/veya CS₂ veya COS katalitik dönüştürme ya da yakmadan kaynaklanan çeşitli gazlar,
- Sülfür içeren yakıtların yakılmasından kaynaklanan baca gazları
- "Wellman-Lord" işlemi: SO₂'yi baca gazlarından ayırır ve H₂SO₄ üretimi için SO₂ gazı elde edilir. Bu işlem SO₂'nin NaSO₃ çözeltileri içinde absorpsiyonu ve desorpsiyonuna dayanır.
- "Bergbau-Forschung" ya da "aktif karbon" işlemi: SO₂ nin baca gazlarından ayırır ve SO₂'nin aktif karbon üzerinde absorpsiyonu ve desorpsiyonuna dayanır. İşlem sonucunda aşağı akış ıslak katalizör H₂SO₄ tesisi için kullanılan SO₂/buhar karışımı elde edilir.
- Sülfonat ve sülfid gibi organik bileşenlerin üretiminde ortaya çıkan %90 oranında SO₂ içeren gazlar, organik bileşenlerin giderilmesinin ardından SO₂ kaynağı olarak kullanılır.

I.4. Fosforik Asit Üretimi

Fosforik asit (H₃PO₄), renksiz, suda kolayca çözünebilen kristal bileşenli bir maddedir. Sülfürik asitten sonra, fosforik asit hacim ve değer açısından en önemli mineral asittir. Doğrudan asit olarak kullanımına karşı, fosforik asit en çok fosfat tuzlarının yapımında kullanılmaktadır. Fosforik asidin saflığına göre farklı sektörlerde kullanılır. Fosforik asidin kullanıldığı en önde gelen sektör gübre üretimidir. Bunun dışında saflığına göre fosforik asit, hayvan yemi üretiminde, endüstriyel fosfatların üretiminde ve içecek asitleştirilmesinde kullanılmaktadır [10].

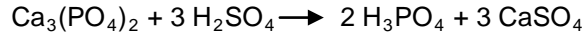
Fosforik asit üretiminde, farklı hammaddelerin kullanıldığı iki farklı proses vardır. Bunlardan biri termal işlem diğeri ise ıslak işlemdir. Termal işlemde harcanan enerji, ıslak işleme göre çok daha fazla olduğu için genellikle tesislerde ıslak işlem tercih edilmektedir [10].

I.4.1. Islak İşlem

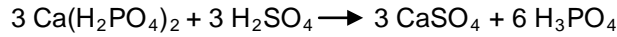
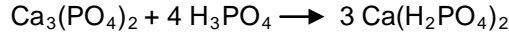
Asitleştirme işleminde kullanılan aside göre ayrılan üç farklı ıslak işlem alt grubu vardır. Kullanılabilecek asitlere örnek olarak HNO₃, HCl, H₂SO₄ verilebilir. Ancak, H₂SO₄ proseslerde genellikle tercih edilen asittir. İşlemden kullanılabilecek beş farklı proses aşağıda listelenmiştir.

- Dihidrat işlemi
- Hemihidrat işlemi
- Hemi-dihidrat yeniden kristalleştirme işlemi, tek aşamalı filtreleme
- Hemi-dihidrat yeniden kristalleştirme işlemi, çift aşamalı filtreleme
- Di-hemihidrat yeniden kristalleştirme işlemi, çift aşamalı filtreleme

Fosfat kayalarından elde edilen trikalsiyum fosfat, fosforik asit (H_3PO_4) ve çözünmeyen kalsiyum sülfat tuzu oluşturmak için sülfürik asitle (H_2SO_4) reaksiyona girer.



Sonrasında, çözünmeyen kalsiyum sülfat, filtreyle fosforik asitten (H_3PO_4) ayrılır. Fosfat kayasının yüzeyinde oluşan kalsiyum sülfat, fosfat kayasıyla H_2SO_4 reaksiyonunu engeller. Bu engel, H_3PO_4 devir daimi sonucu fosfat kayasıyla temas halinde olan H_3PO_4 'ün kalsiyum sülfatla tepkimeye girerek çözünebilir monokalsiyum fosfat oluşturmasıyla azaltılabilir.



İşletme koşulları genellikle kalsiyum sülfatın dihidrat (%26-32 P_2O_5 70-80 °C) ya da hemihidrat (%40-52 P_2O_5 90-110 °C) formunda çökmesine göre seçilir. Reaktörlerin içeriğinin sirkülasyonu gerekli karıştırmayı sağlar. Ayrıca, reaksiyon sistemi, ayrı karıştırmalı seri reaktörlerden oluşur. Flaş soğutucu ya da hava sirkülasyon soğutucusu kullanılarak bulamacın sıcaklığı kontrol altında tutulur. Ayrıca bu bulamacı gazsızlaştırarak pompalamayı kolaylaştırır [10].

Öğütme aşaması, fosfat kayasının özelliklerine ve tercih edilen prosese göre uygulanmaktadır mesela hemihidrat prosesinde öğütme aşaması uygulanmayabilir [17]. Bu aşama genellikle bilyeli öğütücü ya da çubuklu değirmenle gerçekleştirilir. Her iki öğütücü de ıslak ya da kuru kayalarla işlem yapılabilir. Bazı kayalar boyutlarından dolayı öğütülmeden de dihidrat prosesinde doğrudan kullanılabilir.

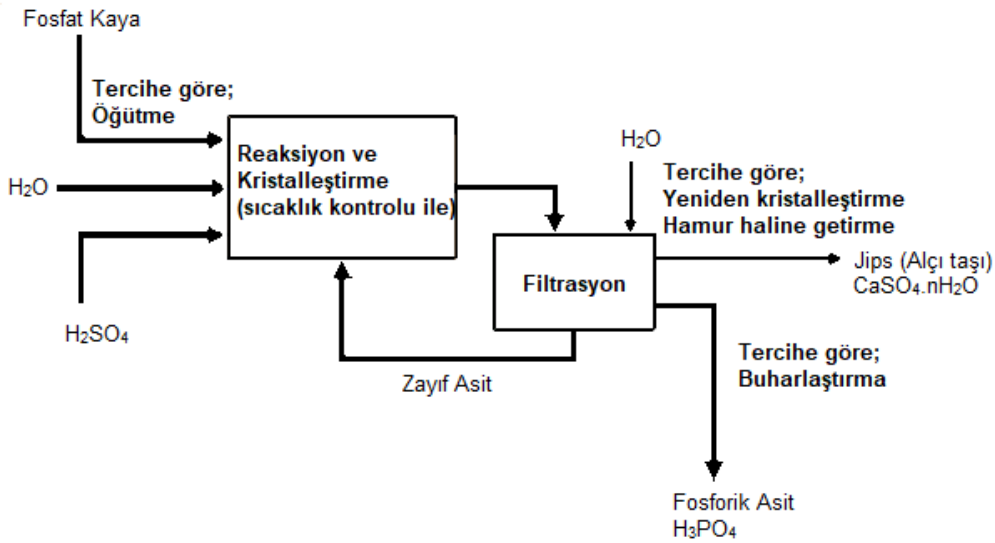
Filtrasyon aşaması da fosforik asidi, kalsiyum sülfattan ayırır. Her bir ton asit üretimi için yaklaşık beş ton jips (alçı taşı) oluşur. En çok kullanılan filtreler için devrilebilir tava, döner tabla örnek olarak verilebilir.

Sistemlerde genellikle basınçlı dolaşım buharlaştırıcıları kullanılmaktadır. Basınçlı dolaşım buharlaştırıcıları, ısı değiştirici, buhar ya da flaş çemberi, kondensör, vakum pompası, asit devir daim pompası ve boru tesisatını içerir. Flosilik asit temizleyici de sisteme eklenebilir. Buharlaştırma, elde edilen fosforik asit konsantrasyonunu artırmak için kullanılır [10].

Yeniden kristalleştirme P_2O_5 geri kazanım verimliliğini artırmak için tercih edilebilir. P_2O_5 kayıpları, filtre kekinde tutulur ve bu kekin bertarafında veya yan ürün alçı taşının kullanımın da sıkıntıya sebep olur [17].

Yeniden hamur haline getirme işlemi, hemihidrat yeniden kristalleştirme işleminin iyileştirilmesi işlemidir. Sistem verimliliğini %1 oranına kadar artırır. Birinci filtreleme aşamasında giderilemeyen bağımsız asit bu işlemle giderilir [10].

Şekil 19'da ıslak işlemle fosforik asit üretiminin genel proses şeması gösterilmektedir.

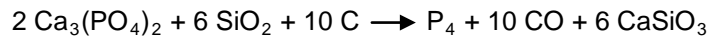


Şekil 19. Islak işleme fosforik asit üretimi [10]

I.4.2. Termal İşlem

Termal işlem iki aşamadan oluşmaktadır. Birincisi, fosforun fosfat kayasından elde edilmesi; ikincisi ise, elde edilen fosforun havayla P₂O₅'e oksitlenmesi ve ardından fosforik asit üretimi için P₂O₅'in hidratlanmasıdır.

Fosfor, fosfat kayasından elde edilir ve işlem kayanın öğütülmesiyle başlar. Fosfat kayası su, kil ve fosfor içeren çeşitli atıklardan oluşan bulamaçla karıştırılır. Peletler, yaklaşık 800 °C'lik bir fırında sinterlenir. Peletlerin elektrik dirençli fırınlarda 1500°C sıcaklıkta kok (indirgeyici ortam için) ve çakılla (cüruf oluşumu için) ısıtılmasıyla fosfor, sinterlenmiş peletlerden salınır.



İşlem sonucunda gaz fosfor, karbon monoksit ve sıvı cüruf açığa çıkar. Gaz fazı önce tozdan (cottrell tozu) arındırılması için elektro filtreden geçirilir. Ardından, gaz fosfor yoğunlaştırılarak tamamen geri kazanılır. Geri kalan gaz ise genellikle karbon monoksitten oluşur ve bu gaz yakıt olarak değerlendirilir. Eğer geriye gaz kalırsa ateşe verilir. Sıvı cüruf fırındaki haznelere boşaltılır ve bundan fosforlu cüruf (yüksek oranda) ve fosforlu demir ön alaşımı (düşük oranda) yan ürünleri elde edilir. Bu maddeler diğer sektörlerde kullanılarak geri kazanılabilir. Fosfor geri kazanımı %94'tür. Geri kalan fosfor fırın cürufu, fosforlu demir ön alaşımı ve cottrell tozu olarak kalır [10].

I.5. Yardımcı İşletmeler

I.5.1. Su Arıtma Tesisleri

Buhar eldesi için gereken yumuşak su ihtiyacının karşılanması amacıyla inorganik kimyasal üretim tesislerinde su arıtma tesisleri işletilmektedir. Bu tesislerde farklı prosesler uygulanması ihtimali söz konusu olmakla birlikte, genellikle iyon değiştirme ve ters ozmoz proseslerinden ibaret arıtma uygulanmaktadır.

İyon Değiştirme

İyon değiştirme prosesinde, suda bulunan sertlik yapıcı Ca ve Mg iyonları, suyun reçine dolu kolonlardan geçirilmesi ile reçine üzerinde tutulur. Reçinenin iyon değiştirme kapasitesi tükendiğinde,

rejenere edilmesi gerekir. Rejenerasyon amacıyla, kolonlardan gerektiği kadar tuz çözeltisi geçirilir ve ardından kolonlar yumuşak su ile yıkanır. Dolayısıyla, iyon değiştiriciler; atık tuz çözeltisi ve atık yıkama suları olmak üzere iki tip atıksu üretir. Ayrıca, kullanım ömrü dolduğunda atık reçine şeklinde katı atık da üretilir.

Ters Ozmoz Tesisleri

Ters osmozda, yoğunluğu fazla olan sert su içerisinde bulunan mineraller, tuzlar ve organik maddeler, membranın bir tarafında bırakılarak diğer tarafa, yoğunluğu daha az, tuzlar ve minerallerden arındırılmış yumuşak sıvı geçirilir. Pratikte, sisteme verilen sert suyun, sadece belli bir yüzdesi membranı geçebilir ve geride içinde mineraller, tuzlar ve organik maddelerin biriktiği yoğunluğu çok daha fazla olan, uygun bir şekilde bertaraf edilmesi gereken konsantre kalır.

Konsantrasyon polarizasyonu olarak bilinen polarize olmuş moleküllerin membran üzerinde birikerek daha fazla akışa geçiş vermemesi, tıkanma sorununun önüne geçilmesi için membranların periyodik olarak basınç altında temiz su ile ve daha seyrek aralıkla kimyasallarla yıkanması gerekir [8]. Dolayısıyla, bu yıkanma süreçleri, bertaraf edilmesi gereken atıksular üretmektedir.

I.5.2. Enerji Üretim Tesisleri

İnorganik kimyasal üreten entegre tesislerde, elektrik enerjisi üretimi de yapılmaktadır. Enerji üretimi amacıyla kojenerasyon tesisleri ya da dizel jeneratörler kullanılabilir. Fosil yakıt kullanan kojenerasyon tesislerinin ve dizel jeneratörlerin başlıca çevresel etkileri; baca gazı emisyonları, ürettikleri katı atıklar ve atıksulardan kaynaklanmaktadır. Bu tür tesislerin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

I.5.3. Buhar Kazanları

Çeşitli proses aşamalarında uygulanan yüksek sıcaklıkların temin edilebilmesi için buhar kullanılmaktadır. Gereken buhar, fosil yakıt ya da doğal gaz kullanan buhar kazanları ile üretilebilmektedir. Kazan sistemleri, temel olarak yakma sistemi ve buhar kazanı bileşenlerini içermektedir. Başlıca çevresel etkileri, baca gazı emisyonları ve cüruf ile ilişkili olan buhar kazanlarının çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

I.5.4. Soğutma Sistemleri

Soğutma sistemleri inorganik kimyasallar üreten tesislerin üretim performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin, sülfürik asit, nitrik asit üretiminde soğutma sistemi bulunmaktadır.

Soğutma sistemleri, suyun tek-geçişli ya da kapalı sistemde sirküle edilerek geçirilmesi şeklinde olabilmektedir. Tek geçişli sistemlerde su bir kez sistemden geçirildikten sonra deşarj edilirken, kapalı sistemlerde absorplanan ısı soğutma kulelerinde alındıktan sonra tekrar kullanılmaktadır. Soğutma sistemlerinin işletimi çok yüksek miktarda su kullanımını gerektirmektedir. Bununla beraber, soğutma sistemi tipine bağlı olarak su kullanım miktarı değişkenlik göstermektedir. Tek geçişli sistemler daha fazla su kullanmaktadır [18]. Aynı zamanda, soğutma suyunu sürekli sirküle etmek ve soğutma fanlarını işletmek için önemli miktarda enerji tüketmektedir.

Soğutma sistemleri, temel olarak su boru şebekesi, su pompaları, soğutma kulesi (kapalı devre sistemlerde) gibi bileşenleri içermektedir. Ham su ve soğutma kulelerinden atılan blöf sularını arıtmak için sedimentasyon, ultrafiltrasyon, ters ozmoz, evaporasyon ve kristalizasyon yöntemleri kullanılmaktadır [18]. Başlıca çevresel etkileri, enerji kullanımı ve kullanılan kimyasallar (antiskalan, antikoroziv, biyosit vb) içeren blöf suları ile ilişkili olan soğutma kulelerinin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

I.5.5. Atıksu Arıtma Tesisleri

Organize sanayi bölgelerinde bulunan inorganik kimyasal üreten tesislerden kaynaklanan atıksular, OSB deşarj kriterlerini sağlayacak şekilde ön arıtmaya tabi tutularak veya hiçbir ön arıtmaya gerek duyulmadan merkezi endüstriyel atıksu arıtma tesislerine verilebilmektedir. Organize sanayi bölgelerinde bulunmayan kuruluşlar ise, tam arıtma yapma yükümlülüğünde olmaktadır. Bu kapsamda; atıksu arıtma tesisi işleten inorganik kimyasal üreten kuruluşlar, konumlarına bağlı olarak sadece ön arıtma (fiziksel + kimyasal veya sadece fiziksel) diğerleri ise tam arıtma (fiziksel + kimyasal arıtma) yapma durumunda olmaktadır. Başlıca çevresel etkileri; arıtma çamuru bertarafı ve enerji sarfiyatı açısından ele alınması gereken atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

I.5.6. Atık Giderme Tesisleri

Faliyetten kaynaklanan atıklar (yağ, çamur, bitik katalizörler vb) için depolama, yakma ve/veya geri kazanma alternatiflerinin değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

II. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER

II.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması

Amonyak ve asitlerin üretimi tesislerinin arazi hazırlık ve inşaat aşamasındaki çevresel etkileri, Klor Alkali Üretimi ile aynı olduğu için tekrar edilmemiş ve ilgili alt bölüme atıfta bulunulmuştur.

II.1.1. Toprak ve Jeoloji

Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm II.1.1

II.1.2. Gürültü ve Titreşim

Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm II.1.2

II.1.3. Hava Kalitesi

Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm II.1.3

II.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler

Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm II.1.4

II.1.5. Yüzey ve Yeraltı Sularına Etkiler

Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm II.1.5.

II.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler

Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm II.1.6.

II.1.7. Atıklar

Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm II.1.7.

II.2. İşletme Aşaması

Amonyak ve asit üreten tesislerden işletme aşamasında ortaya çıkması beklenen atık/atıksu/emisyonlar, üretilen kimyasalın türüne göre değişkenlik göstermektedir. Ağırlıklı olarak hava emisyonları üretilmektedir. Hava emisyonlarının özellikle sera gazlarını içermesi önem teşkil etmektedir. Oluşan katı atık ve atıksu miktarları, hava emisyonuna göre daha azdır. Diğer önemli sorunlar ise; enerji tüketimi, katı atıklar ve bazı işlemlerde ciddi rahatsızlıklara sebep olabilen kokulardır. Söz konusu salınımların muhtemel etkileri ve alınması gereken önlemler aşağıdaki ilgili bölümlerde verilmektedir. Kirliticilerin üretim ya da proses bazında değişkenlik göstermesi durumunda etki ve önlemler her üretim prosesi için ayrı ayrı verilmiştir.

II.2.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Amonyak ve asit depolama alanlarından toprak ve yeraltı suyuna sızma,
- Amonyak, asit, yakıt ve dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği,
- Bitişik parsellerde partiküller, SO₂, NO₃ çökmesi nedeniyle toprak kirliliği,
- Tehlikeli atık depolama alanlarından olabilecek sızıntılar,

- Toprağa ulaşabilecek atıksu deşarjları.

Alınması Gereken Önlemler

- Kimyasal, yağ vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton vb) kaplanmalı; boru, tesisat vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmalıdır.

II.2.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

Gerek klor alkali, gerekse amonyak ve asitlerin üretildiği entegre tesislerde çevre üzerinde olumsuz etki oluşturacak şekilde gürültüye neden olan başlıca işlemler ve ekipmanlar büyük oranda benzer olup aşağıda işaret edilmektedir;

- Pompa, hava körüğü, kompresör, motor, blower, buhar ve basınç ventleri, soğutma sistemleri, yakma donanımı, baca gazı kanalında oluşan rezonans titreşimi ve dizel jeneratörler vb ekipman/faaliyetlerin yol açtığı gürültünün çevreye olumsuz etkisi.

Alınması Gereken Önlemler

- Gürültü kaynakları için akustik muhafaza sağlanmalı veya bulunduğu mekan akustik olarak muamele edilmelidir.
- Pompa, kompresör, blower, buhar ve basınç ventleri ve jeneratörler uygun egzoz susturucusu, gürültü emiciler vb ile donatılmalıdır.
- Tesis gürültü yönetim planı olmalı ve uygulanmalıdır.
- Aradaki mesafeler gerektirdiğinde, gürültü kaynakları ile gürültüden rahatsız olacaklar arasına koruma duvarları/dolgular vb yapılar yerleştirilmelidir.

II.2.3. Hava Kalitesi

Amonyak ve asitlerin üretildiği tesislerde hava emisyonları, genel olarak;

- Proses ekipmanlarından ortaya çıkan ve ventile edilen emisyonlar,
- Proses fırınları, buhar boylerleri, ısı ve güç üniteleri, gaz türbinleri, gaz motorlarından çıkan baca gazları (flue gas),
- Emisyon kontrol ekipmanlarından (atık yakma ünitesi, adsorber gibi) kaynaklanan atık gazlar
- Reaksiyon tankları ve kondensörlerden çıkan gazlar,
- Katalist rejenerasyonundan çıkan atık gazlar,
- Ham madde ve ürün depolama ve taşıma faaliyetlerinde ortaya çıkan emisyonlar,
- Güvenlik ventleri ve vanalarından deşarjlar,
- Proses başlatma, sonlandırma ve bakım süreçlerinde ortaya çıkan emisyonlar,
- Pompa ve kompresör vanaları, flanjlari, bağlantıları vb unsurlardan sızıntılar (fujitif emisyonlar),
- Atıksu veya soğutma suyu taşıma sistemlerinden kaynaklanan ikincil emisyonlar (uçucu maddeler) olarak sıralanabilir.

Üniteler bazında spesifik hava emisyonları ise aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

Amonyak Üretimi:

Amonyak üretim tesislerinin yol açtığı en önemli hava kirlilik kaynakları, buhar üretimi ve çeşitli proses aşamalarıdır.

Oluşması Muhtemel Etkiler [10]

Aşağıda belirtilen emisyonlar nedeniyle hava kalitesinin bozulması söz konusudur.

- Buhar reformasyonu yönteminde; birincil dönüştürücüden çıkan baca gazı,
- Buhar reformasyonu yönteminde; katalizörden geçirilen sentez gazının reaksiyona girmeyen kısmı,
- Buhar reformasyonu yönteminde; dönüşüm reaksiyonları sonucu üretilen buhar,
- Buhar reformasyonu yönteminde; CO₂ uzaklaştırma işleminden çıkan baca gazı,
- Buhar reformasyonu yönteminde; sıkıştırma işleminden çıkan kalıntı NH₃,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; ağır hidrokarbonların gazlaştırılması işlemi sonucu üretilen reaksiyon gazı içerisindeki CH₄ ve kurum,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kömürün gazlaştırılması işlemi sonucu açığa çıkan CO₂ ve CH₄,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kömürün gazlaştırılması işlemi sonucu açığa çıkan H₂S,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; Claus İşlemi sırasında çıkan SO₂ emisyonunu,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; sıvı azot yıkama işlemi sırasında üretilen atık gaz,
- Baca gazı emisyonu

Alınması Gereken Önlemler [10]

- Baca gazı arıtımı
- Baca gazı arıtma sisteminin, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanması
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatları ihlal etmediğinin gösterilmesi.

Ayrıca, baca gazı emisyonunu azaltmak amacıyla aşağıda belirtilen önlemler de alınabilir.

- Buhar reformasyonu yönteminde; birincil dönüştürücüden çıkan duman gazının proses buharlarının yeniden ısıtılması için dönüştürücünün konveksiyon bölümünde kullanılması,
- Buhar reformasyonu yönteminde; katalizörden geçirilen sentez gazının reaksiyona girmeyen kısmının üretilen amonyaktan ayrıldıktan sonra geri kazanılması,
- Buhar reformasyonu yönteminde; dönüşüm reaksiyonları sonucu üretilen buhardaki ısının CO₂ yıkama çözeltilisinin tekrar üretilmesi, kazanın besleme suyunun tekrar ısıtılması ve soğurma soğutması ünitesinin çalıştırması işlemleri için geri kullanılması,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; ağır hidrokarbonların gazlaştırılması işlemi sonucu üretilen reaksiyon gazının içindeki kurumun su verme yöntemiyle ya da atık ısıtma kazanı kullanılarak soğutulması ve karbon dolgu kule içerisinde sulu yıkama işlemi ile uzaklaştırılması,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kömürün gazlaştırılması işlemi sonucu açığa çıkan kirli gazın soğurucu ön temizleme işleminden geçirilmesi,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kömürün gazlaştırılması işlemi sonucu açığa çıkan H₂S'in içindeki sülfürün Claus Prosesi ile geri kazanılması ve geri kazanılan sülfürün sülfürik asit tesislerinde kullanılması,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; Claus Prosesi sırasında çıkan SO₂ emisyonunu engellemek için azaltma/kontrol sisteminin kullanılması,
- Kısmi oksidasyon yönteminde; sıvı azot yıkama işlemi sırasında üretilen atık gazın yakıt olarak kullanılması.

Nitrik asit Üretimi:

Nitrik asit üretim tesislerinin yol açtığı çevresel sorunların başında hava emisyonları gelmektedir. Nitrik asit üretiminden kaynaklanan başlıca hava kirleticileri NO_x ve N₂O emisyonlarıdır. NO_x bileşenleri

absorpsiyon sürecinden sonra salınır ve başlama ve kapanma aşamalarında, atık gazdaki NO_x miktarı, sistem dengeye gelene kadar artmaktadır. N₂O gazı ise amonyak oksidasyonu sürecinde oluşmaktadır. Oluşan kirlenici miktarları proseslerin sıcaklığına ve basıncına, kullanılan katalizör cinsine ve yaşına bağlıdır [19]. Tablo 6'de nitrik asit üretim tesisinin absorpsiyon kolonundan salınan ortalama emisyonlar, özellikleri ve değer aralıkları gösterilmektedir.

Tablo 6. Absorpsiyon sonrası atık gaz özellikleri [10]

Parametre	Değer
NO _x (NO ₂ formunda)	200-400 mg/Nm ³
NO/NO ₂ oranı	Yaklaşık 1/1 (molar oran)
N ₂ O	600-3000 mg/Nm ³
O ₂	1-4 %v/v
H ₂ O	0,3 – 0,7 %v/v
Basınç	3 - 12 Bar
Absorpsiyon sonrası sıcaklık	20 – 30 °C
Tekrar ısıtma sonrası sıcaklık	200 – 500 °C
Hacimsel Debi	20000-100000 Nm ³ /saat
	3100-3300 Nm ³ /ton %100 HNO ₃

Oluşması Muhtemel Etkiler [10] [19]

Aşağıda belirtilen emisyonlar nedeniyle hava kalitesinin bozulması söz konusudur.

- Baca gazı emisyonu,
- Asit absorpsiyon kolonundan çıkan azot oksitler (NO_x) (çıkan NO_x miktarı reaksiyon kinetiğine, absorpsiyon kolonunun modeline bağlıdır.),
- Sistemi başlatma kapama aşamalarında oluşan NO_x gazları,
- Tesisin verimli çalışmamasından kaynaklanabilen NO_x ve N₂O gazlarının (oksijen, sıcaklık ve basınç değerlerinin istenilen miktarda olmaması, sistem malzemelerinin hatalı olması vb.), amonyak (NH₃) ve nitrik asit (HNO₃) gazlarının ve asit buharının çıkması,
- Amonyakın oksidasyonundan kaynaklanan N₂O gazı (sera gazlarından biri),
- Depolama tankları doldurulurken oluşabilecek kimyasal gaz emisyonları.

Alınması Gereken Önlemler [10] [19]

- Baca gazı (NO_x ve N₂O) arıtımı,
- Baca gazı arıtma sisteminin, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanması,
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatları ihlal etmediğinin gösterilmesi,
- Kimyasal depolamalar uygun şekilde yapılması ve dolum veya boşaltım sırasında kaçak gazları önleyici tedbirler alınması.

Ayrıca, baca gazı emisyonunun oluşumunu azaltmak amacıyla aşağıda belirtilen önlemler de alınabilir.

- Absorpsiyon kolonundan sonra emisyon miktarını azaltmak için suyla ileri absorpsiyon yapılması,
- Emisyon azaltımı için katalitik indirgeme kontrol tekniğinin kullanılması,
- Absorpsiyon kolonunun ardından sulu gaz yıkama ünitesi kullanılması,
- Proseslerde sıcaklığın ve basıncın en uygun işletme koşullarına göre ayarlanması,
- Oksidasyon ve absorpsiyon ünitelerinde oksijen miktarının yeterli miktarda olmasına dikkat edilmesi,

- Oksidasyon ve absorpsiyon ünitelerinin iyileştirilmesi.

Sülfürik Asit Üretimi:

Sülfürik asit üretim tesisinden ortaya çıkan en temel kirlenici SO₂ gazıdır. Tek absorpsiyonla gerçekleşen SO₂'nin SO₃'e dönüşümündeki düşük verim nedeniyle baca gazında, genellikle 2000 ppm üzerinde SO₂ bulunabilmektedir. Çift absorpsiyon uygulaması ile dönüşüm oranı %99,5 seviyesine çıkarılabilmekte ve baca gazındaki SO₂ konsantrasyonu 500-600 ppm düzeyine düşürülebilmektedir. Sezyum katalizörü kullanarak (4.yatakta) ya da 5.yatak kullanılarak daha yüksek dönüşüm oranları elde edilebilmektedir [20].

Sülfürik asit üretiminde enerji üretimi/ihracı potansiyeli söz konusudur. Bu potansiyel SO₂ kaynağı kombinasyonuna bağlıdır ve giriş gazındaki SO₂ seviyesi ve uygulanan dönüştürme işlemine bağlıdır. Sülfür yakma işlemine dayanan çift kontak tesisinden çıkan proses atık ısısının %67'si kontak işleminin reaksiyon ısısından geri kazanılır ve yakıcı gazların yüksek basınç buharı olarak geri kazandırılır. Modern çift kontak tesisi (sülfür yakma) yaklaşık 6 GJ/ ton H₂SO₄ ihraç edebilir. Asit soğutma işleminden sonra atık ısı geri dönüştürülüp kullanılabilirse enerji üretimi artırılabilir. Asit soğutmadan çıkan atık ısı toplam proses atık ısısının %30-40'ını oluşturur. Kurutma işlemleri için asit soğutma işlemlerinden çıkan ya da özel ısı geri kazanım sistemiyle düşük basınç buharının üretiminden elde edilen atık ısının kullanılmasıyla %85-90 oranında termal verimlilik sağlanır. Ayrıca, ZnS kavurmada, buhar üretimi elde edilir (0.6-1 ton HP buharı (40 bar/400°C) üretimi/ton ham madde).

Oluşması Muhtemel Etkiler [10]

Aşağıda belirtilen emisyonlar nedeniyle hava kalitesinin bozulması söz konusudur.

- Baca gazı emisyonu sonucu hava ortamında artan SO₂ ve NO_x kirleniciler nedeniyle hava kalitesinin bozulması ve bu kirlenicilerin oksitlenerek SO₄ ve NO₃ olarak civar araziye çökmesi sonucu toprak asiditesinde artış,
- Tamamlanmamış absorpsiyondan (kuru kontak işlemi) ve tamamlanmamış yoğunlaştırmadan (ıslak kontak işlemi) SO₂, SO₃/H₂SO₄ dumanı nedeniyle hava kalitesinin bozulması
- Proses ventilasyon noktalarından, sıvı ve gazların taşınmasından, fujitif kaynaklardan (pompa, vana, tank vb) ortaya çıkan VOC emisyonları (örneğin aldehitler, mercaptanlar, aminler, ve diğer sülfür içeren bileşikler) nedeniyle koku oluşumu,
- Harcanan asitlerin çözünmesi, indirgeyici koşullarda demirsiz metal işlemede piritlerin kavrulmasından kaynaklı VOC emisyonları nedeniyle koku oluşumu,
- Katı ham maddelerin hazırlanması, cevherlerin kavrulması eritilmesi ve arındırılması, ürünlerin kurutulması, katalist rejenerasyonu ve atık bertarafı aşamalarında ortaya çıkan partiküller nedeniyle hava kalitesinin bozulması,
- Metal cevherlerin kavrulmasından kaynaklı As, Se, Cd ve Hg'nin uçucu bileşenleri ve uçucu metal oksitlerin ve klorürlerin buharı nedeniyle hava kalitesinin bozulması

Alınması Gereken Önlemler

- Baca gazı emisyonunun azaltılması için:
 - oksidasyon teknikleri (ısı yakma, katalitik yakma),
 - indirgeme teknikleri (NO_x için; örneğin, seçici katalitik (SCR- Selective Catalytic Reduction veya katalitik olmayan indirgeme (SNCR-Selective Non Catalytic Reduction sistemleri),
 - yoğunlaştırma teknikleri (örneğin, ısı eşanjörleri),
 - absorpsiyon teknikleri (örneğin, sulu yıkayıcılar),
 - partiküllerin ayrılması teknikleri (örneğin, elektrostatik çöktürücüler, siklonlar, kumaş filtreleri),

- adsorpsiyon teknikleri (örneğin, aktif karbon adsorpsiyonu), uygulanabilir.
- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatları ihlal etmediği gösterilmelidir.

Ayrıca, baca gazı emisyonunun oluşumunu azaltmak amacıyla aşağıda belirtilen önlemler de alınabilir.

- Proses fırınları/reaktörlerinden kaynaklanan termal NO_x emisyonları yakma koşullarının modifikasyonu ile (sıcaklık azaltılarak) azaltılabilir. İlgili teknikler, düşük NO_x yakıcılar, baca gazı (flue gas) resirkülasyonu ve ön ısıtmanın azaltılması gibi uygulamaları içerir.
- NO_x emisyonları oluştuktan sonra seçici katalitik veya katalitik olmayan indirgeme (Selective Non Catalytic Reduction -SNCR veya Selective Catalytic Reduction-SCR) sistemleri kullanılarak azaltılabilir.
- Proses vent (menfez)lerinden, sıvı ve gazların depolama ve taşıma süreçlerinden, fujitif kaynaklardan ve ara ventlerden kaynaklanan VOClerin kontrolünün etkinliği, VOC türüne, konsantrasyonuna, akış hızına kaynağına ve hedeflenen değere göre değişkenlik gösterir. Yüksek konsantrasyondaki noktasal kaynakların yanı sıra düşük konsantrasyonlu yayılı kaynaklar da kümülatif olarak ele alınmalıdır. Proses ventlerinden (menfezlerinden) çıkan VOCler, eğer mümkün ise (VOC kompozisyonuna, VOC fayda değerine, ve geri kullanımda herhangi bir sınırlama olup olmamasına bağlı olarak) proses içerisinde tekrar kullanılmalıdır. Bir diğer alternatif VOCleri yakıt olarak kullanmaktadır. Bazı durumlarda, tekniklerin kombine kullanımı gerekebilir: örneğin, önişlem (nem ve partikül gidermek için); seyreltik gaz hatlarının konsantrasyonunu azaltmak amaçlı ön arıtım. Genel olarak, kondensasyon, absorpsiyon ve adsorpsiyon teknikleri VOC tutma ve geri kazanmayı sağlarken, oksidasyon teknikleri VOCleri parçalamaktadır.
- Fujitif VOClerin azaltımı için daha kaliteli ekipman kullanımı, vana, flanj sayılarını azaltmak
- Ham gazın arıtılması katalizör kaybını azaltacaktır. Ham gazlardan kirleticilerin ayrılması için uygulanan teknikler: Kuru kalın ince ve kalın parçacık (siklon, sıcak gaz ESP) Islak temizleme (venturi), Soğutma/kurutma, Reaktif F adsorpsiyonu (tercihli).
- Ham gazın arıtılması daha düşük emisyon seviyeleri sağlayacaktır.
- SO₃/H₂SO₄ buğusunun azaltılması için, kirletici oranı düşük içerikli sülfürün kullanılması (sülfür yakmada) kuru kontak işleminde giriş gazının ve yakma havasının kurutulması, daha geniş yoğunlaştırma alanının kullanılması (ıslak katalizör işlemi), asit dağılımının en uygun düzeye getirilmesi, yüksek verimlilik kapasitesine sahip mum filtreler kullanılması, absorber asidinin yoğunluğu ve sıcaklığının kontrolü
- SO₂'nin NH₃ sulu çözeltisiyle temizlenmesi ve (NH₄)₂SO₃/SO₄'e (yan ürün) dönüştürülmesi. Bu yolla, SO₃/H₂SO₄ buğu salınımı da azaltılır.
- SO₂, ZnO sulu çözeltisiyle temizlenir ve ZnSO₄'e (yan ürün) dönüştürülür.
- Sülfazid işlemi ile artık gaz arıtma uygulaması. Artık gaz buharla nemlendirilir ve SO₂, SO₃ ve H₂SO₄ aktif karbona adsorbe edilir. SO₂, O₂ ile SO₃'e oksitlenir. Aktif karbondan rejenerasyon ile % 20-25 H₂SO₄ elde edilir, bu miktar da sülfürik asit tesisinde geri dönüştürülebilir.
- SO₂, H₂O₂ ve H₂SO₅ ile oksitlenerek SO₃'e dönüştürülebilir (>%99).
- Isı değiştiricileri: ısıнын konvertörden verimli bir şekilde ayrılması ve yüksek düzeyde katalizör verimliliği sağlamak için iç ve dış ısı değiştiricilerin bakımının yapılması gerekmektedir

Ayrıca, piritin yakılmasıyla elde edilen yüksek sıcaklıktaki gaz, suyun buharlaştırmasında kullanılabilir. Elde edilecek yüksek basınç ve sıcaklıktaki buharın bir buhar türbini vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülmesi enerji kullanım verimliliği sağlayacaktır.

Fosforik Asit Üretimi:

Fosforik asit üretim tesislerinden çıkan başlıca hava emisyon kaynakları; florlu bileşikler ve kaya öğütme işlemi sırasında çıkan salınımlardır. Fosforik asit üretim tesislerinde florür salınımı hidrojen florür (HF) ya da silikon tetra-florür (SiF₄) halinde gerçekleşir. Oluşan silikon tetra-florür, hidroforik asit ile tepkimeye girip hidroflore silisit asit oluşturur ya da suyla tepkimeye girip hidroflore silisit asit ve silikon dioksit üretir. Fosforik asit üretim tesislerinden çıkan gaz emisyonları özel olarak dizayn edilmiş gaz yıkayıcılarla giderilir. Üretilen florlu bileşiklerin %99'dan fazlasını uzaklaştırmak için çok aşamalı gaz temizleyiciler kullanılır. Oluşan hidroflore silisit asit; sodyum-siliko florüre, alüminyum florüre ya da kriyolite dönüştürülür veya fosfat kayanın fosforik aside dönüşmesi için uygulanan asitleşme işlemine geri dönüştürülür. Genel olarak fosforik asit üretim tesislerinden çıkan gaz emisyonları geri kazanma ve geri kullanma yöntemleri ile azaltılmaktadır [20].

Oluşması Muhtemel Etkiler [17] [20] [21]

- Fosfat kayasının asitleşme işlemi sırasında üretilen florlu bileşikler
- Kullanılan soğutma sistemine bağlı olarak asitleşme reaksiyonu sonunda reaktörden soğutma havası ile çıkan florür
- Fosfat kaya ile sülfürik asitin reaksiyonu sonucu açığa çıkan florun reaktör çamurunu soğutmak için kullanılan havayla karışıp salınması
- Evaporasyon ile asidi konsantre etme işlemi sonucu üretilen florür bileşiklerinin emisyonları
- Fosfat kayanın taşıma ve kaya öğütme işleminden çıkan toz
- Duman yıkayıcılardan çıkan florür bileşikleri

Alınması Gereken Önlemler [10] [17] [21]

- Reaktörden salınan florlu bileşiklerin hidroflore silisit asit olarak geri kazanılması, geri kazanılmış hidroflore silisit asitin florürlü kimyasalların yapımında kullanılması
- Kondensörün başına florür gaz yıkama sisteminin eklenmesi
- Kullanılan soğutma sistemine bağlı olarak asitleşme reaksiyonu sonunda reaktörden soğutma havası ile çıkan florürün uzaklaştırılması için çıkış gazı yıkama sisteminin kullanılması
- Fosfat kaya ile sülfürik asitin reaksiyonu sonucu açığa çıkan florürün reaktör çamurunu soğutmak için kullanılan havayla karışıp salınmasını önlemek için hava ile soğutma yöntemi yerine vakum flaş soğutma yönteminin tercih edilmesi
- Fosfat kayanın taşıma ve kaya öğütme işlemi gerçekleştirilirken çıkan toz salınımını önlemek için taşıma sırasında kapalı bant taşıyıcı kullanılması ve depolama işlemi için kapalı alan kullanılması
- Fosfat kayanın öğütülmesi işlemi sırasında salınan kaya tozu içeren havanın bez filtreden geçirilerek kaya tozunun geri kazanılması

Amonyak ve asit üreten entegre tesislerde ortaya çıkması beklenen ve yukarıda belirtilen emisyonlar Tablo 7'da üniteler/prosesler bazında özetlenmektedir.

Tablo 7. İnorganik kimyasalların üretiminden kaynaklanan başlıca hava emisyonları [10] [11] [13] [15] [19] [20] [21]

Proses/Kaynağı	Kirleticiler
Amonyak Üretimi	
Buhar Reformasyonu Yöntemi	
Birincil dönüştürücü	Baca gazı, buhar
Katalizörden geçirilen sentez gazı kalıntısı	Gaz kalıntısı
CO ₂ uzaklaştırma	baca gazı
Sıkıştırma	NH ₃
Kısmi Oksidasyon Yöntemi	
Ağır hidrokarbonların gazlaştırılması	CH ₄ ve is (kurum)
Kömürün gazlaştırılması	H ₂ S
Claus işlemi	SO ₂
Sıvı azot yıkama	Atık gaz
Nitrik Asit	
Asit absorpsiyon kolonu	NO _x
Sistemi başlatma kapama aşamaları	NO _x
Sistem verimsizliği	NO _x N ₂ O, NH ₃ , HNO ₃ gazları, asit buharı
Amonyak oksidasyonu	N ₂ O
Depolama tankları dolumu	Çeşitli gazlar
Sülfürik Asit	
Absorpsiyon kulesi bacası	Asit dumanı (SO ₃ /H ₂ SO ₄) ve SO ₂
Metal cevherlerin kavrulması	As, Se, Cd and Hg'nin uçucu bileşenleri, uçucu metal oksitlerin ve klorürlerin buharı, partiküller
Sülfür içeren gazların ya da sülfürün yüksek derecelerde yakılması, harcanan asitlerin çözünmesi, sülfid cevherlerinin ve piritlerin kavrulması	NO _x
Proses ventilasyon, sıvı ve gazların taşınması, fujitif kaynaklar	VOCl _{er} (aldehitler, mercaptanlar, aminler, ve diğer sülfür içeren bileşikler)
Harcanan asitlerin çözünmesi, demirsiz metal işlemede pirit kavrulması	VOCl _{er}
Ham madde hazırlama, ürün kurutma, katalist rejenerasyonu, atık bertarafı	Partiküller
Fosforik Asit	
Fosfat kayasının asitleşme işlemi	HF, SiF ₄
Soğutma havası	HF
Fosfat kayasının öğütme ve taşıma işlemi	toz
Duman yıkayıcılar	HF
Buhar (Enerji) Üretimi	
Boyley emisyonları	Partiküler madde, NO _x ve SO ₂

II.2.4. Atıklar

Amonyak ve asit kimyasallarını üreten tesislerden ortaya çıkması beklenen atıklar üretilen kimyasal türüne göre çeşitlilik göstermekle birlikte atıklar ağırlıklı olarak, proseslerde kullanılan katalizörlerden kaynaklanmaktadır. Bu bitik katalizörlerin yanı sıra, proseslerde kullanılan çözeltiler, yıkama sıvıları, reaksiyon kalıntıları, absorbanlar, atık yağlar da ortaya çıkmaktadır. Bir kısmı tehlikeli olmayan bu atıklar aşağıda üretim bazında belirtilmekte ve Tablo 8'de özetlenmektedir.

Prosele özel bu atıklardan başka, tüm üretim tesisleri için genel olmak üzere, aşağıdaki atıklar da beklenmelidir. Tablo 8'de bu atıklar ve kaynakları, "tamamlayıcı işlemler" ve "diğer" alt başlıkları altında ayrıca belirtilmiştir.

- Kimyasal madde ambalajları
- Atık mamul ambalajları
- Mutfak vb. birimlerden kaynaklanan evsel atıklar
- Atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan arıtma çamurları
- Ofis vb. birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil kablo vb atıklar
- Laboratuvar atıkları ve diğer kimyasallar
- İnşaat atıkları,
- Makinalardan kaynaklanan atık madeni yağlar,
- Baca gazı arıtma çamurları,
- Kazanlardan kaynaklanan kül.

Amonyak Üretimi:

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler [10] [17]

- Dönüşüm reaksiyonları, desülfürizasyon gibi işlemler sonucu ortaya çıkan bitik katalizörler
- Sıvı azot yıkama ve sıkıştırma işlemleri sırasında kullanılan moleküler elekler,
- Kısmi oksidasyon yönteminin kömür gazlaştırma işleminde üretilen uçucu kül,
- Baca gazı arıtma çamurları,
- Kazanlardan kaynaklanan kül.

Alınacak Önlemler [10] [17]

- Dönüşüm reaksiyonları, desülfürizasyon gibi işlemler sonucu ortaya çıkan harcanmış katalizörlerin uzaklaştırılıp içindeki değerli metallerin geri kazanılması,
- Sıvı azot yıkama ve sıkıştırma işlemleri sırasında kullanılan moleküler eleklerin uzaklaştırılıp içindeki değerli metallerin geri kazanılması,
- Kısmi oksidasyon yönteminin kömür gazlaştırma işlemi sırasında oluşan külün iyileştirilip cevher katkı maddesi olarak kullanılması.

Nitrik Asit Üretimi:

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler [10] [17]

- Amonyak oksidasyonunda kullanılan katalizörler (kayıplar ve tükenmeden dolayı düzenli aralıklar değiştirilir) ,
- Amonyak oksidasyonu sırasında kullanılan tel örgülü rodyum alaşımlı platinden oluşan katalizörden kopabilen parçacıklar ve eskiyen katalizörün değiştirilmesinden oluşan atık ,
- Verimlilik kaybından dolayı değiştirilen NO_x indirgeme katalizörü,
- Sıvı amonyağın ve suyun saflaştırılması için kullanılan eski filtre malzemelerinin değiştirilmesinden kaynaklanan filtre atıkları,
- Ham madde hazırlanması sırasında filtreye takılan katı maddeler,
- Baca gazı arıtma çamurları,
- Su ısıtmak için kullanılan kazanlardan kaynaklanan kül.

Alınacak Önlemler [10] [19]

- Atık gazların temizleme vb. süreçlerden kaynaklanan yağla kirletilmiş atıkların önlenmesi,
- Kullanılmış katalizörlerin geri kazanım için üreticiye geri yollanması,

- Filtrelerin değiştirilmesi yerine temizlenip tekrar kullanılması,
- Kullanılmış katalizörlerden saçılan parçaların içindeki değerleri metallerin geri kazanılması.

Sülfürik Asit Üretimi:

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler [10] [20]

- Üretim aşamasında gerçekleşen katalitik reaksiyonlarda kullanılan ve katalizör niteliğini kaybederek kullanılamayacak hale gelen (bitik) katalizörler
- Küller (örneğin pirit kavrulmasından kaynaklı)
- Üretim proseslerinde kullanılan absorbanlar, pompa süzgeç ve filtrelerde biriken katı maddeler. Örneğin, buharlaştırılmış gazların filtrelenmesi sonucu ortaya çıkan filtre kekleri.
- Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar.
- Üretim proseslerinde yer alan ünitelerden ortaya çıkan yağ atıkları. Örneğin, kompresörlerde kullanılan yalıtım ve ısı iletim yağları.
- Atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan arıtma çamurları (fiziksel ya da kimyasal arıtma olmasına bağlı olarak niteliği değişecektir)
- Baca gazı arıtma çamurları

Alınacak Önlemler [10] [20]

- Atıkların (katalizörler, adsorbanlar, filtreler, iyon değiştirici reçineleri, desikanlar) rejenerasyonu ve geri dönüşümü
- Piritin kavrulması işlemleri sonucu açığa çıkan pirit külü pelet haline getirilerek, düzenli depolamaya gönderilebilir ya da çimento katkı maddesi olarak fabrikalara satılabilir.
- Rejenere edilemeyen atıkların uygun deponi sahalarında bertarafı veya yakma
- Yağ ile kirlenmiş malzeme ve yağlı çamurların yakılması ve bu sırada ısı kazanımı.
- Geri kazanılamayan veya yakıt olarak kullanılamayan kimyasal ajanların uygun koşullarda yakılması
- Isı emisyonlarının uygun tekniklerle azaltımı (örneğin kombine ısı ve güç sistemleri, proses adaptasyon, ısı değiştirici, termal yalıtım)
- Atık gazların temizleme vb. süreçlerden kaynaklanan yağla kirlenmiş atıkların önlenmesi

Fosforik Asit Üretimi:

Fosforik asit üretim tesislerinden çıkan başlıca atıklar; alçı taşı ve kireç çamurudur.

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler [10] [22]

- Flor uzaklaştırmak için uygulanan gaz yıkama işleminde hidrofloro silisit asit oluşumu sırasında üretilen silika, kireç çamuru gibi katı atıklar
- Kalsiyum sülfatın filtrasyon işlemi sırasında üretilen filtre keki
- Fosforik asit üretimi sırasında oluşan fosfoalçı (fosfat kayasından gelebilecek olan kadmiyum, arsenik ve civa gibi ağır metaller içerebilir)
- Fosforik asit üretimi için termal proses uygulandığında fırından çıkan fosfor cürufu

Alınması Gereken Önlemler [10] [22]

- Flor uzaklaştırmak için uygulanan gaz yıkama işleminde hidrofloro silisit asit oluşumu sırasında üretilen silika, kireç çamuru gibi katı atıkların dolgu malzemesi olarak kullanılması

- Fosforik asit üretimi sırasında oluşan fosfoalçının (gerektiği durumlarda iyileştirme işleminden geçirilip); çimento fabrikalarına satılması, tarımda toprak iyileştirici olarak kullanılması, kireç taşı panel yapımında kullanılması ya da fabrika binalarında depolanması
- Fosforik asit üretimi için termal proses uygulandığında fırından çıkan fosfor cürufunun yol yapım malzemesi, dolgu malzemesi ya da izolasyon malzemesi olarak kullanılması

Tablo 8. Amonyak, asitlerin üretiminde ortaya çıkması beklenen atıklar [10][11][17][19][20][22]

Atık üreten proses aşaması/ünite	Atık
1. Amonyak Üretimi	
Dönüşüm reaksiyonları, desülfürüzyon	Bitik katalizörler, asitler
Sıvı azot yıkama ve sıkıştırma	Moleküler elekler, filtre atıkları
Kömür gazlaştırma	Uçucu kül
2. Nitrik Asit Üretimi	
Amonyak oksidasyonu	Bitik katalizörler
Sıvı amonyak ve su saflaştırma	Filtre atıkları
Ham madde hazırlama	Filtre atıkları
Proses kondensatı	Nitrik asit
3. Sülfürik Asit Üretimi	
Sülfür yakma/tek kontak	Bitik katalizörler
Sülfür yakma/çift kontak	Bitik katalizörler
Pirit kavurma	Bitik katalizörler, pirit külü
Zn ve Pb eritici	Bitik katalizörler
Kompleks (Pb, Cu)S kazan iyileştirme	Bitik katalizörler
Cu eritici	Bitik katalizörler
Harcanan asitlerin çözünmesi	Bitik katalizörler, küller (400 g/ton %100 H ₂ SO ₄), sülfür çamuru, sülfürik asit
4. Fosforik Asit Üretimi	
Gaz Yıkama işlemi	Fosforik asit, silika ve kireç çamuru
Kalsiyum sülfat filtrasyonu	Filtre keki, metal içeren fosfoalçı
Termal proses	Fosfor cürufu
Proses kondensatı	Hidroflorik asit
5. Tamamlayıcı İşlemler	
Mineral/ sentetik yağlar kullanılan işlemler (atık yağ toplama, pompalama, taşıma, depolama) / ekipmanlar (pompa, kompresör)	Kullanılmış/atık yağ
Atıksu arıtma tesisi	Arıtma çamuru, yağ-gres
Su arıtma sistemleri	Atık reçine (iyon değiştirici), asit/alkali atıksular, kimyasal çözeltileri
Baca gazı arıtma sistemleri	Arıtma çamuru, atık havanın temizlenmesinden gelen yağ içerikli kondensatlar
Laboratuvarlar	Çeşitli kimyasal atıklar
Su soğutma sistemleri	Çamur
Fosil yakıt kullanan enerji sistemleri	Kül, yağ-gres
6. Diğer (proses dışı)	
Tesis ve ofisler	Atık floresan ve piller, atık kablo, atık cam, elektronik parçalar
Mutfak	Evsel katı atık
Tesis	Ambalaj atıkları
Atölye vb. işletmeler	Atık yağ, atık boru vb. malzeme, yağla kirlenmiş giysiler, elektronik parçalar

II.2.5. Atıksular

Amonyak ve asit üreten tesislerden ortaya çıkması beklenen atıksuların özellikleri, üretilen madde türüne ve kullanılan kimyasallara bağlı olarak değişir. Bu atıksular, muhtemel etkileri ve alınacak önlemler üretim/proses bazında aşağıda sunulmaktadır.

Amonyak Üretimi:

Amonyak üretim tesislerinde atıksu oluşumu göz önüne alındığında proses kondensat suları ve amonyak içeren atık gazın sıyırma işlemi en önemli kirlilik kaynakları arasında yer almaktadır. Ayrıca kısmi oksidasyon yöntemi sırasında uygulanan kül ve kurum uzaklaştırma işlemleri de atıksu oluşumuna katkıda bulunan prosesler arasındadır [17].

Oluşması Muhtemel Etkiler [10] [17]

- Buhar reformasyonu yönteminde; metanlaşma işlemi sırasında hidrojenlenme reaksiyonu sonucu üretilen atıksu
- Buhar reformasyonu yönteminde; Sıkıştırma işlemi sırasında sentez gazından ayrıştırılan ve mekanik ekipmanların makine yağından dolayı kirlenmiş olan kondensat suyu
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kurum uzaklaştırma işlemi sırasında oluşan karbon/ağır hidrokarbon karışımı
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kömürün gazlaştırılması işlemi sırasında oluşan kondensat suyunda kirliliğe neden olan katran, fenol, hidrokarbon gibi maddeler
- Enerji üretim tesisi (kojenerasyon) varsa, kaynaklanabilecek soğutma suları ve blöfler nedeniyle alıcı ortamda sıcaklık artışı. Bu durum nedeniyle ikincil olarak alıcı ortam canlı hayatı üzerinde olumsuz etki. Balıkçılık sektörü üzerinde olumsuz etki.

Alınacak Önlemler [10]

- Buhar reformasyonu yönteminde; metanlaşma işlemi sırasında reaksiyon sonucu açığa çıkan suyun dönüştürücüye girmeden önce soğutma işlemi ve sonrasında yoğunlaştırma işlemi uygulanarak uzaklaştırılması
- Buhar reformasyonu yönteminde; sıkıştırma işlemi sırasında oluşan kondensat suyunun içerisinde kirliliğe neden olan mekanik ekipmanlardan sızan makine yağının yağ/su ayırıcılarla uzaklaştırılması
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kurum uzaklaştırma işlemi sırasında oluşan karbon/ağır hidrokarbon karışımının kısmi oksidasyon reaksiyonuna geri dönüştürülmesi
- Kısmi oksidasyon yönteminde; kömürün gazlaştırılması işlemi sırasında oluşan kondensat suyu içerisinde kirliliğe neden olan katran, fenol, hidrokarbon gibi maddelerin geri kazanılması
- Organize sanayi bölgelerinde bulunan işletmelerde, ortak arıtmanın gerektirdiği düzeyde atıksuların ön arıtılması
- Geri kazanılabilir atıksuların geri kazanımı ve diğer tüm atıksuların birlikte gerektiği düzeyde arıtımı
- Kazan soğutma sularının geri kullanımı

Nitrik Asit Üretimi:

Nitrik asit üretiminde atıksu oluşumu gaz emisyonuna kıyasla daha azdır. Üretim prosesi göz önünde bulundurulduğunda proses kondensat suları ve atık gazların arıtılması işlemlerinde kullanılan sular başlıca atıksulardır.

Oluşması Muhtemel Etkiler [10] [19]

- Enerji üretim tesisi (kojenerasyon) varsa, kaynaklanabilecek soğutma suları ve blöfler nedeniyle alıcı ortamda sıcaklık artışı. Bu durum nedeniyle ikincil olarak alıcı ortam canlı hayatı üzerinde olumsuz etki. Balıkçılık sektörü üzerinde olumsuz etki.
- Isı değiştirici ve kondensatörlerde oluşacak sular,
- Atık gaz arıtma ünitesinden oluşabilecek atıksular,
- Kazan blöf tankından ve amonyak buhar buharlaştırıcı blöf tankından atıksular,

- Nitrik asit çözeltisinin temizlenmesi ve numunelendirmesinden kaynaklanan atıksular.

Alınacak Önlemler [10] [19]

- Blöflerden kaynaklanan atıksuların nötrleştirilmesi, soğutulması ve geri kazanımı.
- Kazan soğutma sularının geri kullanımı,
- Geri kazanılabilir atıksuların geri kazanımı ve diğer tüm atıksuların birlikte gerektiği düzeyde arıtımı,
- Organize sanayi bölgelerinde bulunan işletmelerde, ortak arıtmanın gerektirdiği düzeyde atıksuların ön arıtımı.

Sülfürik Asit Üretimi:

Sülfürik asit üretiminde atıksu; metalurjik artık gazların, pirit yakma gazlarının ve harcanan asitlerin üretiminden kaynaklanan gazların temizlenmesinden ve sulu temizlemeden kaynaklanır.

Oluşması Muhtemel Etkiler [10] [20]

- Gaz arıtma sisteminden kaynaklanan atıksular
- Atık ısı kazan blöfü ve ekipmanların yıkanması, sızıntı ve taşma sonucu ortaya çıkan asitli atıksular nedeniyle alıcı ortam su kalitesinin bozulması.

Alınacak Önlemler [10]

- Atıksuların çökeltme/filtreleme/durultma yöntemiyle arıtılması; atıksular tahliye edilmeden önce nötrleştirilmelidir.
- Kazan soğutma sularının geri kullanımı
- Organize sanayi bölgelerinde bulunan işletmelerde, ortak arıtmanın gerektirdiği düzeyde atıksuların ön arıtılması
- Geri kazanılabilir atıksuların geri kazanımı ve diğer tüm atıksuların birlikte gerektiği düzeyde arıtımı

Fosforik Asit Üretimi:

Fosforik asit üretim tesislerinden çıkan atıksuyun ana kaynakları; gaz yıkama işlemi sırasında açığa çıkan gaz yıkama sıvısı, alçıtaşı havuzundan taşan su, zemin yıkamadan gelen su ve kondensat suyudur. Fosforik asit üretim tesisinden çıkan atıksu tankta toplanır ve suyun içindeki florürün kalsiyum florür haline gelip çökmesi için kireç çamuru (pH'ı 4'den 5'e yükseltir) ile işlemden geçirilir. Bu tank çöktürme havuzunu besler. Dipte biriken katı çökelti ayrılır ve filtreden geçirilir. Filtrasyon işleminden çıkan süzüntü ve çöktürme havuzundan taşan su daha fazla kireç kullanılarak işleme sokulur ve pH 9'dan 10'a yükseltir. Bu pH'da fosfat ve florür bileşiklerinin büyük bir kısmı kalsiyum tuzları halinde çöker ve çöktürme havuzundan ayrılır. Çöktürme havuzundan taşan su pH'ı ayarlamak için çıkış suyu dengeleme havuzuna iletilir ve sonrasında geri kullanıma gönderilir [20].

Oluşması Muhtemel Etkiler [17] [20]

- Kullanılan soğutma sistemine bağlı olarak asitleşme reaksiyonu sonunda vakum soğutucu kondensat suyu ile reaktörden çıkış yapan florürlü bileşikler
- Geri dönüşümlü gaz yıkayıcıdan arındırılmış askıda katı madde ve çıkış suyuyla birlikte taşınan fosfat ve florür
- Vakum konsantrasyon bölümünden çıkan ve hidrofloro silisit asit içeren kondensat suyu
- Alçıtaşı havuzundan taşıy florür, fosfat ve askıda katı madde içeren su

Alınması Gereken Önlemler [17] [20]

- Kondensörden sonra yüksek miktarda kirli su çıkışını önlemek için konsantratör ekleme
- Vakum konsantrasyon bölümünden çıkan kondensat suyundaki hidrofloro silisit asitin geri kazanılması ve fosfat kayanın asitleşme işlemi sırasında geri kullanımı

III. ALTERNATİFLER

Yatırımcı tarafından araştırılan çeşitli alternatiflerin incelenmesi ve sunulması, ÇED sürecinin önemli bir şartıdır. ÇED Yönetmeliği Ek-3'de verilen Çevresel Etki Değerlendirmesi Genel Formatı, ÇED raporlarında projenin yeri ve teknolojisi ile ilgili alternatifler hakkında bilgi verilmesini istemektedir.

III.1. Proje Yeri Alternatifleri

Amonyak ve asit üretim tesislerinin proje yeri alternatifleri, Klor Alkali üretim tesisleri ile aynı olduğu için tekrar edilmemiştir. Bakınız Klor Alkali Üretimi Bölüm III.1.

III.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri

Proses/teknoloji alternatifleri; çevresel hususları (emisyonlar, gürültü, koku ve atıklardan kaynaklanan çevresel etkilerin en aza indirgenmesi), mevcut su temini ve atıksu alımı altyapısını, gelecekte söz konusu olabilecek kapasite artışı, yatırım ve işletme maliyetleri gibi faktörleri göz önünde bulundurarak sunulmalıdır.

Aşağıda, proses/teknoloji alternatifleri ile ilgili örnekler verilmektedir:

Amonyak üretimi:

- Alternatif H₂S uzaklaştırma sistemi (entegre Claus reaksiyonu), ve CO₂ uzaklaştırma sistemi
- Alternatif ön ısıtma işlemleri
- Alternatif yakma sistemleri (düşük NO_x üreten yakma donanımları)
- Alternatif katalizör kullanımı (Demir-krom oksit katalizörü yerine kobalt-molibden katalizörü kullanımı, düşük basınçlı katalizörler vb.)
- Alternatif sülfür uzaklaştırma yöntemi (düşük sıcaklıkta desülfürizasyon yöntemi)
- Alternatif dönüşüm reaksiyonları (izotermal dönüşüm reaksiyonu vb.)
- Alternatif soğutma sistemleri
- Alternatif su ve enerji tüketimleri
- Alternatif yıkama makinaları, su ve enerji tüketimleri
- Alternatif su geri kazanım senaryoları
- Alternatif enerji kaynakları, maliyetler, etkileri
- Alternatif enerji tasarruf yaklaşımları
- Alternatif su kaynakları, kaliteleri, su arıtma gereksinimleri,
- Su geri kazanım seçenekleri, ilişkin maliyetler
- Alternatif alıcı ortamlar, kaliteleri, hassas alanlar
- Alternatif arıtma prosesleri
- Alternatif çamur arıtma ve bertaraf prosesleri
- Atık ön işlem/bertaraf alternatifleri

Nitrik asit üretimi:

- Alternatif oksidasyon katalizörleri,
- Alternatif dönüşüm reaksiyonları,
- Alternatif yakma sistemleri,
- Alternatif soğutma sistemleri,
- Alternatif ön ısıtma işlemleri,
- Alternatif enerji kaynakları, maliyetler, etkileri,
- Alternatif su kazanım senaryoları,

- Alternatif enerji tasarruf yaklaşımları,
- Alternatif su kaynakları, kaliteleri, su arıtma gereksinimleri,
- Su geri kazanım seçenekleri, ilişkin maliyetler,
- Alternatif alıcı ortamlar, kaliteleri, hassas alanlar,
- Alternatif arıtma prosesleri,
- Alternatif çamur arıtma ve bertaraf prosesleri,
- Atık ön işlem/bertaraf alternatifleri

Sülfürik asit üretimi:

- Alternatif dönüştürücüler (tek/çift kontak dönüştürücü, tuğla duvar/çelik)
- Alternatif absorpsiyon yöntemleri (tek/çift)
- Alternatif yıkama makinaları, su ve enerji tüketimleri
- Alternatif kompresör, blower ve fanlar (sızma/kaçakları minimize eden) (özellikle VOCler için)
- Alternatif pompa, vana ve boru sistemleri (özellikle VOCler için)
- On-line/otomatik kontrol sistemleri kullanımı
- Alternatif distilasyon kolonları/işletme koşulları
- Alternatif ham madde (örneğin, düşük kirletici içeren sülfür)
- Alternatif kimyasallar (özellikle katalizörler)
- Alternatif ısı değiştiricileri
- Alternatif su geri kazanım senaryoları
- Alternatif enerji kaynakları, maliyetler, etkileri
- Alternatif enerji tasarruf yaklaşımları
- Alternatif su kaynakları, kaliteleri, su arıtma gereksinimleri,
- Su geri kazanım seçenekleri, ilişkin maliyetler
- Alternatif alıcı ortamlar, kaliteleri, hassas alanlar
- Alternatif arıtma prosesleri
- Alternatif çamur arıtma ve bertaraf prosesleri
- Atık ön işlem/bertaraf alternatifleri

Fosforik asit üretimi:

- Alternatif, kaya öğütme işleminden çıkan toz emisyonlarını azaltma sistemleri (bez filtre ya da seramik filtre gibi)
- Alternatif fosfat kaya tozunun yayılımını önleme yöntemleri (kapalı bant taşıyıcı kullanımı, kapalı depolama alanı kullanımı)
- Alternatif çıkış suyuna karışan florü azaltma yöntemleri (kondensör kullanma ya da geri dönüşümle yıkama)
- Alternatif atıksu yıkama yöntemleri (kireç ile nötrleme, filtrasyon ve çöktürme, fosfoalçı yığınınındaki katıların geri dönüşümü)
- Alternatif P₂O₅ emisyonunu azaltma yöntemleri (vakum flaş soğutucu ve vakum buharlaştırıcı kullanımı, sıvı çemberli pompa kullanımı, gaz yıkayıcı sıvınının geri dönüşümü ile gaz yıkama)
- Alternatif soğutma sistemleri
- Alternatif su ve enerji tüketimleri
- Alternatif enerji kaynakları, maliyetler, etkileri
- Alternatif enerji tasarruf yaklaşımları
- Alternatif su kaynakları, kaliteleri, su arıtma gereksinimleri,
- Alternatif alıcı ortamlar, kaliteleri, hassas alanlar

- Alternatif arıtma prosesleri
- Alternatif çamur arıtma ve bertaraf prosesleri
- Atık ön işlem/bertaraf alternatifleri

IV. İZLEME

Amonyak ve asit üretim tesislerinden kaynaklanan ve yukarıda detayları verilen etkilerin en aza indirilmesi için yürütülen ÇED çalışmalarının önemli ayaklarından bir tanesi de izleme ve kontrol çalışmalarıdır.

Bu kapsamda projelerin arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapanış aşamalarında izleme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir. İzleme programları her bir projeye özgü olarak hazırlanmalı ve mümkün olduğunca ölçülebilir kriterlere (atıksu analizleri, baca gazı analizleri, arka plan gürültü ölçümü vb.) dayandırılmalıdır.

İzleme çalışmaları neticesinde meydana gelen uyumsuzluklar için iyileştirmeler yapılmalı ve uyumsuzluklar ortadan kaldırılmalıdır. Tablo 9'da yapılacak izleme çalışmalarına ilişkin detay sunulmaktadır.

Tablo 9. Amonyak ve asit üretim tesislerine ilişkin izleme tablosu

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
İNŞAAT DÖNEMİ			
Tarihi, kültürel ve arkeolojik varlıklar	Arazi	Gözlem	Kültür varlığına rastlanıldığında
Toz (PM ₁₀)	Alıcı Ortam	Yetkili Akredite Laboratuvarlarda analiz edilmelidir.	Yoğun toz yayıcı işlemlerde (hafriyat vb)
Evsel atıksu	Şantiye Binasından kaynaklanan atıksu	-Paket arıtma -Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi -Sızdırmaz fosseptiğe verilmesi	Sürekli
Hafriyat artığı	Şantiye alanı ve çalışma alanında (geçici depolama-yükleme-taşıma sırasında)	"Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında ilgili Belediyenin göstereceği döküm alanına nakli sağlanmalı	Sürekli
Evsel Atıklar	Çalışma alanında	Ağız kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili belediyeye teslimi sağlanmalı	Sürekli
Atık Madeni Yağlar	Bakım alanlarında, sızıntının olabileceği şantiye alanı ve çalışma alanındaki iş makinelerinin hepsinde	Gözlemsel olarak bakılacaktır. Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtlar kontrol edilecektir. Günlük olarak sızıntı, döküntü olup olmadığı kontrol edilecektir. Sızıntı ve döküntü olması durumunda kayıt tutulacak ve şantiye şefine haber verilerek sızıntı-döküntü acil müdahale planı uygulanmalıdır. Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelere bakılacaktır. Yine alınan yağ miktarları kontrol edilmelidir.	Sürekli Yıllık

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
Tehlikeli Atıklar	Çalışma alanında	Yağ, yakıt, boya vb. bulaşmış eldiven, üstüğü, ambalaj vb. tehlikeli atıklar ayrı olarak biriktirilecek ve belirli periyotlarla (180 günü aşmayacak şekilde) lisanslı taşıyıcılar vasıtası ile lisanslı bertaraf tesisine gönderilmelidir. Yıllık olarak Tehlikeli Atık Beyan sistemine atık beyanı yapıldığına dair belgelerin kontrolü yapılmalıdır.	Sürekli Yıllık
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik, Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)	Çalışma alanında	TAT (taşıma-ayırma-toplama) lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli
Atık PİL ve Akümülatörler	Çalışma alanında	-Atık pillerin uygun şartlarda biriktirilmesi ve lisanslı tesislere verilmelidir. -Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak akülerin, yenisini satın alınırken yetkili satıcıya iade edilmelidir.	Sürekli
Ömrünü Tamamlamış Lastikler	Çalışma alanında	Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak ÖTL'ler lisanslı kuruluşlara gönderilmelidir.	Sürekli
Gürültü	Alıcı ortamlarda	Yetkili akredite laboratuvar	Gürültünün yoğun olduğu durumlarda
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıklar, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmelidir.	Sürekli
İş Sağlığı ve Güvenliği	Çalışma alanında	Şantiyede yasal süresinde, ISG Uzmanı bulundurulacak olup "İSG Uzmanlarının Görev Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik" esasları doğrultusunda hareket edilecektir. Periyodik kontrol listeleri doldurularak 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı Yönetmeliklerin gereği kontrol edilecektir. Ayrıca Risk analizi ve Acil Durum Müdahale programına göre kontrol edilecektir. İSG kapsamında ortam ve kişisel maruziyet gürültü ölçümleri yaptırılacak gürültü derecesi sınır değerleri geçmeyecektir. Geçmesi durumunda işçilere baret, kulaklık veya kulak tıkaçları gibi uygun koruyucu araç ve gereçler verilecektir. Toz çıkışı olan işlerde çalışan işçilere, işin özelliğine ve tozun niteliğine göre uygun kişisel korunma araçları ile maskeler verilecektir.	Günlük/Haftalık/Aylık
Halkın Güvenliği	Çalışma alanlarında	İkaz panolarının yerinde olup olmadığı, reflektör lambalarının çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir. Güvenlik personeli tarafından çalışma alanına görevliden başkasının girmemesi	Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
		sağlanmalıdır.	
İŞLETME AŞAMASI			
Emisyon	<p>- Tablo 7'da belirtilen hava kirleticilerinin kontrolü doğrultusunda SKHKKY Ek-1'deki ilgili esaslar dikkate alınmalıdır.</p> <p>-Amonyak üretim tesislerinde oluşacak amonyak emisyonları SKHKKY Ek-7, Tablo 7.2.1 (İnorganik Buhar ve Gaz Emisyonları) de yer alan IV. sınıf emisyonlardır.</p> <p>-SKHKKY 'de IV üncü sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (5 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için) 200 mg/Nm³ değerini aşamaz.</p> <p>-Asit üretim tesislerinden oluşacak olan emisyonlar SKHKKY Ek-5, (H) maddesi verilen 8. Grup tesisler (Asit Üretim Tesisleri) için belirlenen esaslar dikkate alınmalıdır.</p>	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
Proses Kaynaklı Atıksular	<p>- Amonyak ve nitrik asit üretim tesislerinin atıksuları tabi oldukları atıksu deşarj standartları (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Tablo 14.7.b) çerçevesinde analiz edilmelidir.</p> <p>- Fosforik asit üretim tesisinin atıksuları tabi olduğu atıksu deşarj standartları (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Tablo 14.7.c) çerçevesinde analiz edilmelidir.</p>	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
Evsel Nitelikli Atıksular	İdari birimlerden, tesisten, varsa lojman ve mutfaktan kaynaklanan atıksular	<p>-Paket arıtma</p> <p>-Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi</p> <p>-Sızdırmaz fosseptiğe verilmesi</p>	Sürekli
Evsel Nitelikli Katı Atıklar	İşletmeden, ofis ve mutfaklardan, varsa lojman vb sosyal tesislerden kaynaklanan atıklar	Ağzı kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili Belediyeye teslimi sağlanmalıdır.	Sürekli
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik,	İşletme	TAT (taşıma-ayırma-toplama) Lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)			
Atık Yağlar	İşletme	-Gözlemsel olarak bakılması -Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtların kontrolü -Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelerin kontrolü sağlanmalıdır.	Sürekli
Proses atıkları	İşletme	Atık Yönetimi Yönetmeliği Madde 9'da tanımlanmış yükümlülükler çerçevesinde atıkların bertarafının sağlanması ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına beyanda bulunulması temin edilmelidir.	
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıkların, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmesi sağlanmalıdır.	Sürekli
Gürültü	Tesis içi / Alıcı ortam	Faaliyet sahibi / Yetkili Akredite Laboratuvar	Sürekli
İş Sağlığı ve Güvenliği	İşletme	-İSG Uzmanı/İşyeri Hekimi ataması -Risk Analizi -ADP ve Ekipleri -İş araçları/ekipmanlar periyodik kontrolleri -İSG izleme planı -Yıllık Çalışma Planı -İSG Eğitimleri -İSG Kurulu/Toplantıları -İSG Ölçümleri	Sürekli

V. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Amonyak üretimi:

Amonyak üretimi için uygulanan en yaygın yöntemler buhar reformasyonu ve kısmi oksidasyon olarak bilinmektedir. Buhar reformasyonu işleminde uygulanan prosesler sırasıyla desülfürizasyon, birincil reformasyon, ikincil reformasyon, dönüşüm reaksiyonu, CO₂ uzaklaştırma, metanlaşma, sıkıştırma ve NH₃ sentezidir.

Amonyak üretim yöntemlerinden biri olan buhar reformasyonunun dönüşüm reaksiyonu aşamasında üretilen sentez gazının basıncını istenilen seviyeye getirmek için santrifüj kompresörleri kullanılmaktadır. Bu işlem sırasında sentez gazından ayrıştırılan kondensat suyunu mekanik ekipmanların makine yağı kirletebilir. Bu kirlilik yağ/su ayırıcılarıyla uzaklaştırılmalıdır. Dolayısıyla, kondensat suyunda oluşabilecek yağ kirliliği göz önüne alınması gereken hususlardan biridir.

Kısmi oksidasyon yönteminde gaz sıkıştırma işlemi için kompresörler kullanılmaktadır. Sıvı azot yıkamada kullanılan azot, gazlaştırıcı için gerekli oksijen, soğutucu sistemlerinde kullanılan amonyak ve amonyak sentezine geri dönüştürülen hava bu kompresörler ile sıkıştırılır. Kompresörün çalışması için buhar türbinleri ve elektrik enerjisi gereklidir. Bu nedenle bu tür tesisler değerlendirilirken sadece üretim aşamasında kullanılacak üniteler değil, enerji sağlayacak üniteler de dikkate alınmalıdır.

Buhar reformasyonu yönteminde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise amonyak sentezi aşamasında katalizör sıcaklığının kontrol edilmesidir. Bu reaksiyon gerçekleştiğinde, reaksiyon daha düşük sıcaklığa ihtiyaç duyar. Bu nedenle, katalizörü birkaç tabakaya bölme gibi çeşitli yöntemler kullanılarak katalizör soğutma işlemi gerçekleştirilmelidir. Buhar reformasyonu yönteminde katalizör soğutma sisteminin mevcut olup olmadığı dikkate alınması gereken hususlardan biridir.

Nitrik asit üretimi:

Nitrik asit en önemli kimyasallardan biridir ve gübre, patlayıcılar gibi farklı maddelerin yapımında sıkça kullanılmaktadır. Nitrik asit üretiminde başlıca kullanılan prosesler oksidasyon ve absorpsiyondur. Ayrıca nitrik asit üretim proseslerinde basınç ve sıcaklık proses verimini için önemli role sahiptir.

Oksidasyon ünitesindeki kullanılan katalizörün verimliliği için hava iki ya da üç aşamalı filtrelerden geçirilmektedir. Bu işlemden sonra filtreye takılan katı atıkların üretileceği gözden kaçırılmamalıdır.

Ayrıca absorpsiyon kolonunda demineralize su kullanılmaktadır. Bu nedenle de tesislerde demineralizasyon işlemi (iyon değiştirici) uygulanabilir. İyon değiştirme uygulandığında atık rejenerasyon çözeltisi üreteceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Nitrik asit üretim tesislerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir konu ise bacalardan salınan NO_x emisyonlarıdır. NO_x emisyonları ünitelerin basıncına, sıcaklığına ve kullanılan katalizör çeşidine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu yüzden tesisin kurulacağı yerin hava kalitesi dikkate alınmalıdır.

Sülfürik asit üretimi:

Sülfürik asit farklı kaynaklardan elde edilen SO₂'nin SO₃'e dönüştürülmesiyle üretilmektedir ve birden çok üretim çeşidi bulunmaktadır. Sülfürik asit üretim tesislerinde en çok dikkat edilmesi gereken husus baca gazı emisyonları ve bacalarda kullanılacak olan baca gazı arıtma sistemlerinden kaynaklanan atıksuları ya da arıtma çamurlarıdır. Bu tesislerden fazla oranda SO₂ ve NO_x emisyonları çıkmaktadır.

Ayrıca sülfürik asit üretiminde katalizörler de önemlidir. Dolayısıyla bitik katalizör atıkları da göz önünde bulundurulması gereken diğer bir husustur.

Fosforik asit üretimi:

Fosforik asit üretimi için termal işlem ve ıslak işlem olmak üzere farklı hammaddelerin kullanıldığı iki farklı proses mevcuttur.

Fosforik asit üretim tesislerinden çıkan gaz emisyonlarının florlu bileşikler içerebileceği gözden kaçırılmamalıdır. Florlu bileşikler fosfat kayanın asitleşme işlemi sırasında üretilir. Özel dizayn edilmiş gaz yıkayıcılar kullanılarak bu bileşikler uzaklaştırılmalıdır. Ayrıca kullanılan soğutma sistemine bağlı olarak asitleşme reaksiyonu sonunda reaktörden soğutma havası ile birlikte florlu bileşikler çıkabilir. Meydana gelebilecek olası bir florlu bileşik salınımını engellemek için çıkış gazı yıkama sistemi kullanılmalıdır. Bu işlem sonucunda üretilen atıksuyun içerebileceği florlu bileşikler değerlendirme yapılırken dikkate alınmalıdır.

Fosforik asit üretimi sırasında oluşan fosfoalçı fosfat kayasından gelebilecek olan kadmiyum, civa ve arsenik gibi ağır metaller içerebilir. Bu fosfoalçının tarımda toprak iyileştirici olarak kullanılmak istenmesi durumunda bünyesinde barındırabileceği ağır metaller dikkate alınmalıdır.

Fosforik asit üretimi için termal proses uygulandığında sinterleme işlemi sırasında fırından fosfor cürufu çıkmaktadır. Bu cürufların nasıl bertaraf edileceğinin sorgulanması gerekmektedir.

VI. KAYNAKLAR

1. Technical EIA Guidance Manual for Chlor-Alkali Industry, IL&FS, India, 2000.
2. Garcia-Herrero, I., Margallo, M., Onandía, R., Aldaco, R., Irabien, A., 2017. "Life Cycle Assessment model for the chlor-alkali process: A comprehensive review of resources and available technologies, Sustainable Production and Consumption, 12:44-58.
3. Redoks Reaksiyonları Uygulamaları-Bataryalar. Erişim tarihi: 5.12.2017. URL: http://www.bayar.edu.tr/besergil/eak_1_3_bataryalar.pdf
4. The essential chemical industry-Chlorine. Erişim tarihi: 5.2.2017. <http://www.essentialchemicalindustry.org/chemicals/chlorine.html>
5. European Commission. (2014). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Chlor-alkali.
6. O'Brien, Thomas F., Bommaraju, Tilak V., Hine, Fumio, Handbook of Chlor-Alkali Technology, 2005, Springer.
7. Gurumoorth, K., Swaminathan, T. 1994. Use of reverse osmosis in a chlor alkali plant. Desalination, 98, 1–3, 303-307, ,
8. Yaşa, E. (2010). Ters Ozmoz (TO) Su Artıma Tekniği ve Muhtelif Kullanım Alanları. Erişim tarihi: 1.12.2017. URL: http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/3a23ae85df37f66_ek.pdf
9. Manohar D.M., Anoop Krishnan K., Anirudhan T.S., 2002. Removal of mercury(II) from aqueous solutions and chlor-alkali industry wastewater using 2-mercaptobenzimidazole-clay. Water Research, 36, 6, 1609-1619.
10. European Commission (2007). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals- Ammonia, Acids, Fertilizers.
11. United States Environmental Protection Agency. Synthetic Ammonia. Erişim tarihi: 10.12.2017. URL: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch08/final/c08s01.pdf>
12. Schmidt, M., Siebert, W., Bagnall, K.W. (2011). Chemistry of Sulphur, Selenium, Tellurium and Polonium. Pergamon Press.
13. United States Environmental Protection Agency (EPA) (2009). Technical Support Document for the Nitric Acid Production Sector: Proposed Rule for Mandatory Reporting of Greenhouse Gases. Erişim Tarihi: 07.12.2017 URL: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-02/documents/subpart_v_tsd-nitric_acid.pdf
14. Martin, Mariano (2016). *Industrial Process Analysis and Design*. Amsterdam. Elsevier.
15. US EPA (1998). Inorganic Chemical Industry, Nitric Acid Production Emission Factors. Erişim Tarihi: 07.12.2017. URL: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch08/final/c08s08.pdf>
16. US EPA (1992). Background Report, Sulfuric Acid, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, 1992. <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch08/bgdocs/b08s10.pdf>.
17. European Fertilizer Manufacturers' Association. (2000). Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry: Production of Ammonia.
18. Eftekhazadeh, S, Baasiri, MM, Lindahl PA, Feasibility of Seawater Cooling Towers for Large-Scale Petrochemical Development, Cooling Technology Institute Annual Conference San

- Antonio, Texas-February 10-13, 2003. Erişim tarihi: 03.12.2017. URL: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/ocean/cwa316/rcnfpp/docs/121813mtg/seawater_feasibility.pdf
19. European Fertilizer Manufacturers' Association (EFMA). (2000). Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry, Production of Nitric Acid. Erişim tarihi: 08.12.2017. URL: http://www.productstewardship.eu/fileadmin/user_upload/user_upload_prodstew/documents/Booklet_nr_2_Production_of_Nitric_Acid.pdf
20. Technical EIA Guidance Manual for Chemical Fertilizers. Prepared for the Ministry of Environment and Forest, Government of India (2010).
21. US EPA. Inorganic Chemical Industry- Phosphoric acid. Erişim tarihi: 15.12.2017. URL: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch08/final/c08s09.pdf>
22. Schrödter, K., Bettermann, G., Thomas, S., Wahl, F., Klein, T., Hofmann, T. (2008). Phosphoric Acid and Phosphates. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.